

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-265655

(43)Date of publication of application : 28.09.2001

(51)Int.Cl. G06F 12/14  
G06F 3/06

(21)Application number : 2000-244020 (71)Applicant : HITACHI LTD  
(22)Date of filing : 07.08.2000 (72)Inventor : ITO RYUSUKE  
OKAMI YOSHINORI

(30)Priority

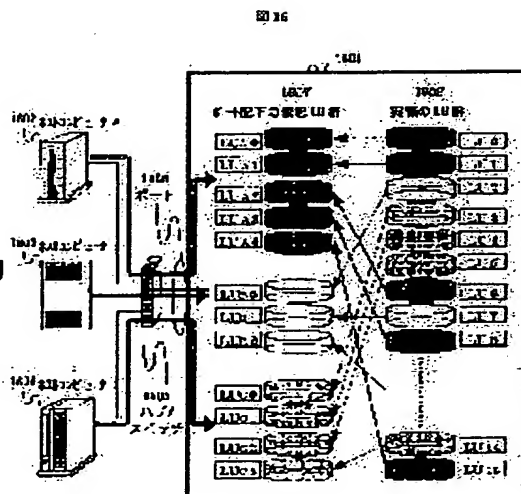
Priority number : 2000010115 Priority date : 14.01.2000 Priority country : JP

## (54) SECURITY SYSTEM FOR STORAGE SUB SYSTEM

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a security function in a storage sub system by the flexible and efficient presentation method of storage resources by performing execution by high-speed judgment logic without affecting a processing on the side of a host computer.

**SOLUTION:** An information WWN for uniquely identifying the host computer, a management table where the correspondence of a logical unit number LUN inside the storage sub system for which access is permitted to the host computer and a virtual LUN for presenting the LUN to be the access object to the host computer by a user optional method is described and the management table where the correspondence of the WWN and a dynamically allocated management number S-ID is described are stored in a nonvolatile memory inside the storage sub system beforehand. By retrieving the WWN of the host computer from the S-ID of the host computer and retrieving the accessible virtual LUN from the WWN, access propriety to the LUN inside the storage sub system is judged.



---

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-265655

(P2001-265655A)

(43) 公開日 平成13年9月28日 (2001.9.28)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テーマコード(参考)
G 0 6 F 12/14	3 1 0	G 0 6 F 12/14	3 1 0 J 5 B 0 1 7
3/06	3 0 4	3/06	3 0 4 H 5 B 0 6 5

審査請求 未請求 請求項の数15 O L (全 25 頁)

(21) 出願番号 特願2000-244020(P2000-244020)

(22) 出願日 平成12年8月7日(2000.8.7)

(31) 優先権主張番号 特願2000-10115(P2000-10115)

(32) 優先日 平成12年1月14日(2000.1.14)

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72) 発明者 伊東 隆介

神奈川県小田原市国府津2880番地 株式会

社日立製作所ストレージシステム事業部内

(72) 発明者 岡見 吉規

神奈川県小田原市国府津2880番地 株式会

社日立製作所ストレージシステム事業部内

(74) 代理人 100075096

弁理士 作田 康夫

Fターム(参考) 5B017 AA01 BA02 BB06 CA06 CA16

5B065 BA01 CA30 CA50 PA02 PA04

PA14

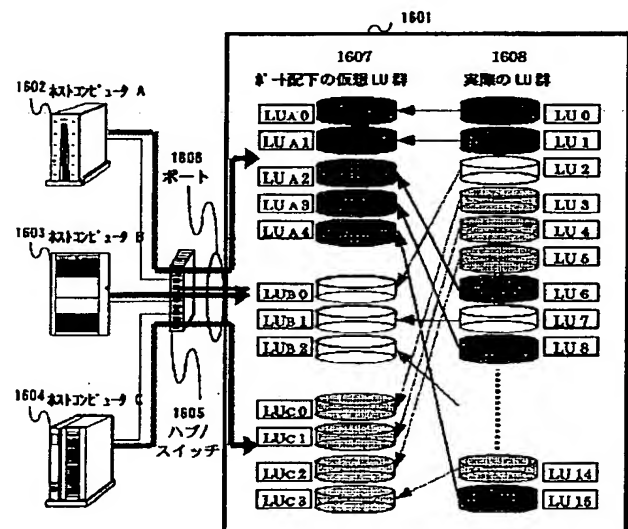
(54) 【発明の名称】 記憶サブシステムのセキュリティシステム

(57) 【要約】

【課題】 記憶サブシステムにおけるセキュリティ機能を、ホストコンピュータ側の処理に影響を与えず高速な判定ロジックで実施し、記憶資源の柔軟で効率的な開示方法により提供すること。

【解決手段】 ホストコンピュータを一意に識別する情報WWNと、このホストコンピュータにアクセス許可した記憶サブシステム内の論理ユニット番号LUNと、このアクセス対象となるLUNをホストコンピュータに対してユーザ任意の方法で開示するための仮想LUNとの対応を記述した管理テーブル、および、WWNと、動的に割り当てられる管理番号S\_IDとの対応を記述した管理テーブル、を予め記憶サブシステム内の不揮発メモリに記憶させ、ホストコンピュータのS\_IDから当該ホストコンピュータのWWNを検索し、更にこのWWNからアクセス可能な仮想LUNを検索することにより、記憶サブシステム内のLUNに対するアクセス可否を判定する。

図 16



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】記憶サブシステムであって、記憶領域が 1 つ以上の論理ユニットに対応している 1 つ以上の記憶装置と、前記記憶装置へのデータ読み書きを制御する記憶制御装置と、前記論理ユニットを管理するための管理テーブルと、前記管理テーブルを保持するためのメモリを有し、前記管理テーブルは、ホストコンピュータを識別する情報と、ホストコンピュータがアクセス可能な前記論理ユニットを特定する識別番号と、前記論理ユニットの識別番号に対応する仮想的な識別番号の対応を記述しており、前記ホストコンピュータを識別する情報をキーにして前記管理テーブルを参照することにより、ホストコンピュータのアクセス可否が判定できる記憶サブシステム。

【請求項 2】請求項 1 記載の記憶サブシステムであって、前記論理ユニットを特定する識別番号と、前記仮想的な識別番号の対応は、任意に定めることができる記憶サブシステム。

【請求項 3】請求項 2 記載の記憶サブシステムであって、前記論理ユニットを特定する識別番号と、前記仮想的な識別番号の対応において、複数の前記論理ユニット識別番号に、共通の仮想的な識別番号を対応させることができる記憶サブシステム。

【請求項 4】保守用端末装置と接続した記憶サブシステムであって、記憶領域が 1 つ以上の論理ユニットに対応している 1 つ以上の記憶装置と、前記記憶装置へのデータ読み書きを制御する記憶制御装置と、ホストコンピュータを識別する情報 WWN、前記論理ユニットの識別番号 LUN、前記 LUN に対応する仮想 LUN の 3 者の対応を記述した、前記保守用端末装置により作成した第 1 の管理テーブルと、前記 WWN と、動的に割り当てられる識別番号 S\_ID の対応を記述した、前記保守用端末装置により作成した第 2 の管理テーブルと、前記第 1 および第 2 の管理テーブルを保持するためのメモリを有する記憶サブシステム。

【請求項 5】請求項 4 記載の記憶サブシステムであって、前記第 1 の管理テーブルの対応は、前記 WWN と、当該 WWN を有するホストコンピュータがアクセス可能な前記 LUN と、当該 LUN に対応する前記仮想 LUN の対応を示すものであり、前記第 2 の管理テーブルから前記 S\_ID をキーに前記 WWN を取得し、当該 WWN をキーに第 1 の管理テーブルを検索することにより、特定の S\_ID を有するホストコンピュータの、前記 LUN に対するアクセス可否を決定する記憶サブシステム。

【請求項 6】請求項 5 記載の記憶サブシステムであっ

て、前記 LUN と前記仮想 LUN の対応は、任意に定めることができる記憶サブシステム。

【請求項 7】請求項 6 記載の記憶サブシステムであって、前記 LUN と、前記仮想 LUN の対応において、複数の前記 LUN に、共通の前記仮想 LUN を対応させることができる記憶サブシステム。

【請求項 8】保守用端末装置と接続した記憶サブシステムであって、記憶領域が 1 つ以上の論理ユニットに対応している 1 つ以上の記憶装置と、前記記憶装置へのデータ読み書きを制御する記憶制御装置と、ホストコンピュータを識別する情報 WWN のうち、複数のホストコンピュータに共通な特定の情報、前記論理ユニットの識別番号 LUN、前記 LUN に対応する仮想 LUN の 3 者の対応を記述した、前記保守用端末装置により作成した第 1 の管理テーブルと、前記 WWN と、動的に割り当てられる識別番号 S\_ID の対応を記述した第 2 の管理テーブルと、前記第 1 および第 2 の管理テーブルを保持するためのメモリを有する記憶サブシステム。

【請求項 9】請求項 8 記載の記憶サブシステムであって、前記 LUN と前記仮想 LUN の対応は、任意に定めることができる記憶サブシステム。

【請求項 10】請求項 8 記載の記憶サブシステムであって、前記複数のホストコンピュータに共通な特定の情報が、ホストのベンダを特定するための Company\_ID である記憶サブシステム。

【請求項 11】記憶サブシステムであって、記憶領域が 1 つ以上の論理ユニットに対応している 1 つ以上の記憶装置と、前記記憶装置へのデータ読み書きを制御する記憶制御装置と、前記論理ユニットを管理するための管理テーブルと、前記管理テーブルを保持するためのメモリを有し、前記管理テーブルは、ホストコンピュータを識別する情報と、ホストコンピュータが管理する前期論理ユニットの識別番号と、ストレージが管理する前期論理ユニットの識別番号の対応を記述している記憶サブシステム。

【請求項 12】請求項 11 記載の記憶サブシステムであって、前記管理テーブルはホストコンピュータから前記論理ユニットへのアクセス可否の判定に用いられ、前記判定は、前記ホストコンピュータを識別する情報をキーにして前記管理テーブルを参照することにより行われる記憶サブシステム。

【請求項 13】請求項 11 記載の記憶サブシステムであって、同一な論理ユニットに付与されている、前記ホストコンピュータが管理する前期論理ユニットの識別情報と、前記ストレージが管理する前期論理ユニットの識別番号が異なる値を持つことができる記憶サブシステム。

【請求項 14】請求項 11 記載の記憶サブシステムであって、前記ホストコンピュータが管理する前期論理ユニットの識別番号は、任意に付与することができる記憶サブシステム。

【請求項 15】請求項 11 記載の記憶サブシステムであって、前記ホストコンピュータが管理する前期論理ユニットの識別番号は、異なる論理ユニットに同一の値を付与することができる記憶サブシステム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】ホストコンピュータからアクセスされる記憶サブシステムに関係し、特にホストコンピュータから該記憶サブシステム内の論理ユニットがアクセスされる記憶サブシステムに関する。

【0002】

【従来の技術】これまで、ホストコンピュータから記憶サブシステムへの不正アクセスを防ぐセキュリティ手段として、ホストコンピュータ側の OS (operating system) の機能やミドルウェアもしくはアプリケーション・ソフトウェアを使用する例がよく知られている。

【0003】一方、近年、ファイバチャネル・プロトコルが規格化されたことによって、記憶サブシステムとホストコンピュータとのインタフェースに SCSI や、ESCON、TCP/IP など様々な既存プロトコルの同時使用が可能となり、記憶サブシステム内の記憶資源が一層有効利用可能となってきた。

【0004】しかし、このような背景においては、複数のホストが 1 つの記憶サブシステムに対してアクセスしてくるため、従来通りのホスト側の OS やミドルウェア、アプリケーション・ソフトウェアだけでは、記憶サブシステム資源に対するセキュリティ機能として十分ではない、という危惧が発生してきた。このような現状に鑑み、記憶サブシステム資源（論理ユニット）に対するセキュリティ機能の実現手段として、特開平 10-333839 号公報に開示がある。

【0005】上記公報による方法では、ホストコンピュータが起動する前に、予め記憶サブシステムにアクセスしてくる可能性があるホストコンピュータを一意に識別する N\_Port\_Name と、アクセスを許可する記憶サブシステム内の論理ユニットの組み合わせを管理したテーブルを記憶サブシステム内に保持する。ホストコンピュータは、起動されると記憶サブシステムに対して、フレームと呼ばれるファイバチャネルプロトコルで規定されたある情報単位によって SCSI コマンドを送信する。記憶サブシステムは、この SCSI コマンドを逐一判定して、その中からアクセス元であるホストコンピュータを規定する N\_Port\_Name を抽出する。

【0006】抽出された N\_Port\_Name は、上

述の N\_Port\_Name とアクセスを許可した記憶サブシステム内の論理ユニットの組み合わせテーブル上で検索され、そのエントリが存在する場合、当該のホストコンピュータは、当該の論理ユニットへのアクセスを許可され、エントリが存在しない場合、当該ホストコンピュータは、当該の論理ユニットへのアクセスを拒絶される。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】記憶サブシステム内の記憶資源（論理ユニット）に対するセキュリティを実現する従来技術は、記憶サブシステムにフレームを送信してくるホストコンピュータに対して、逐一、そのアクセス可否を判定するため、データ転送にしろるアクセス可否判定のオーバーヘッドが大きく、高い性能を実現しにくいという課題があった。

【0008】また、従来技術は、記憶サブシステムにフレームを送信してくるホストコンピュータが、そのフレーム内に送信元ホストコンピュータを一意に識別するための情報をもたせる点で、ホストコンピュータ側に新たな機能が必要となっていた。

【0009】更に、従来技術では、アクセスしてくるホストコンピュータに対して、記憶サブシステム内の論理ユニット番号をそのまま開示するため、記憶サブシステムのポート配下にユーザの運用希望にそった論理ユニットの再配列を行えない。更にまた、多くのホストコンピュータでは、起動時に接続されている記憶サブシステムの LUN にアクセスできない場合、その LUN 以降の同系列の LUN (SCSI-2 の規格では、この 1 系列は 8 つの LUN で構成されるため、LUN0~LUN7 まだが同系列となる。) には全く存在の問い合わせをしない、とするものが多い。

【0010】この場合、サブシステム内の論理ユニット番号をそのまま開示する方法では、アクセスが許可されているにもかかわらず、当該 LUN を参照できないという事態が生じる。

【0011】本発明の第 1 の目的は、ホストコンピュータの既存処理を変更せずに、ホストコンピュータ毎にアクセス可能な論理ユニットを制限し、不正アクセスを防止するセキュリティ機能を、記憶資源の高効率利用と高速なアクセス判定ロジックと共に提供することである。

【0012】本発明の第 2 の目的は、ホストコンピュータの既存処理を変更せずに、同一ベンダ毎にアクセス可能な論理ユニットを制限し、不正アクセスを防止するセキュリティ機能を、記憶資源の高効率利用と高速なアクセス判定ロジックと共に提供することである。

【0013】また、本発明の第 3 の目的は、このセキュリティ機能に基づいてアクセスが許可されたベンダのホストコンピュータ群に対して、当該ベンダ向けの記憶資源フォーマットやサービスを提供することである。

【0014】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために、本発明は以下の記憶サブシステムを提供する。

【0015】ホストコンピュータを一意に識別する情報(WWN)、このホストコンピュータからのアクセスを許可した記憶サブシステム内の論理ユニット番号(LUN)、および該論理ユニット番号に対してユーザが任意のリナンバリング方法で任意数再配列して割り当てた仮想的な論理ユニット番号(仮想LUN)の対応を記述した管理テーブルと、これを格納する不揮発のメモリと、動的に割り当てられる管理番号(S\_ID)(注・「ホスト→ストレージのログイン時に動的に割り当てられる」から変更、以下同じ)、およびホストコンピュータを一意に識別する情報(WWN)の対応を記述した管理テーブルと、これを格納する不揮発のメモリと、1つ以上の記憶装置と、これらの記憶装置に対してデータの読み書きを制御する記憶制御装置と、ホストコンピュータと接続を行うための1つ以上のポートと、前記記憶装置の記憶領域に対応した論理ユニットを有する記憶サブシステム。

【0016】この記憶サブシステムにおいては、ホスト識別情報WWNのかわりに、動的に割り当てられるS\_IDを識別情報として用いるため、I/O処理ごとに、各LUNにアクセス可否を問い合わせる必要がなくなりアクセス時のオーバーヘッドを削減することが可能となる。

【0017】また、仮想LUNを用いることにより、ユーザが任意の方法でLUNの再配列を行うことが可能となる。

【0018】

【発明の実施の形態】本発明では、記憶サブシステムとホストコンピュータ間で使用するインタフェース・プロトコルの例にファイバチャネルを、その上で動作するコマンドセットの例にSCSIコマンドを用いて説明する。しかし本発明の適用は、ファイバチャネルとSCSIコマンドの組み合わせに限定されるものではなく、これらと同様に、ログイン、問い合わせといった機能、機構を提供可能なプロトコルであれば何でもかまわない。

【0019】本発明の第一の実施例を以下に示す。

【0020】ここで、ファイバチャネルは比較的新しいインタフェース・プロトコルであるため、はじめに、そのプロトコルの概要を説明する。

【0021】ファイバチャネルはシリアル転送方式のプロトコルであり、情報を非同期に送るため伝送媒体の帯域幅を有効に利用できる。また、ファイバチャネルは独自のコマンドセットを持たず、従来のSCSI、ESCON、HIPPI、IPI-3、IP等といったコマンドセットのためのインフラとして使用される。これより、従来のプロトコル資産を継承可能であり、かつ、より高速で信頼性の高い多彩なデータ転送を可能とする。

【0022】また、ファイバチャネルはチャネルとネッ

トワークの特長を併せ持つインタフェースである。ファイバチャネルでは一度、転送元と転送先が確定すれば、遅延が少ない高速な転送を実現できるが、これはチャネルの最大の特長の1つである。また、通信を希望する機器は、任意の契機でファイバチャネルの通信系に参加し、通信の目的となる相手の機器と相互に通信に関する取り決め情報を交換し、通信を開始することができるが、これはネットワークの特長である。ここで述べた相手機器との通信に関する取り決め情報交換の手続きを、とくにログインと呼ぶ。

【0023】ファイバチャネルのインタフェースを持つ機器をノードと呼び、実際のインタフェースにあたる物理的な口をポートと呼ぶ。ノードは1つ以上のポートを持つことが可能である。ファイバチャネルの系全体に同時に参加できるポートの数は、最大で24ビットのアドレス数、すなわち約1677万個である。これらの接続を媒介するハードウェアをファブリックと呼ぶ。実際には、送信元および送信先のポートは、ファブリックを意識せずに互いのポートに関する情報のみを考慮して動作すればよい。

【0024】各ノードおよびポートには、標準化団体(IEEE)から一定のルールによって割り当てられる、世界中でユニークな識別子が記憶されている。これは従来からTCP/IPなどで馴染みのMACアドレスに相当するものであり、ハードウェア的に固定なアドレスである。このアドレスにはN\_Port\_Name、Node\_Nameの2種類があり、それぞれ8バイトのサイズを持つ。N\_Port\_Nameはポート毎に固有の値(ハードウェア・アドレス)であり、Node\_Nameはノード毎に固有の値(ハードウェア・アドレス)である。これらは、いずれも世界中でユニークな値であることから、ノードまたは、ポートを一意に識別できるアドレスとして、WWN(World Wide Name)と呼ばれる。本特許の実施例では、WWNと記述した場合、N\_Port\_Nameを指すものとする。

【0025】ファイバチャネルでは、通信はOrdered Setと呼ばれる信号レベルの情報と、フレームと呼ばれる固定のフォーマットを持った論理的な情報とで行われる。図2はフレームの構造を示している。フレーム201は、フレームの始まりを示すSOF(Start of Frame)202と呼ばれる4バイトの識別子、リンク動作の制御やフレームの特徴づけを行う24バイトのフレームヘッダ203、実際に転送される目的となるデータ部分であるデータフィールド204、4バイトの巡回冗長コード(CRC)205、フレームの終わりを示すEOF(End of Frame)206と呼ばれる4バイトの識別子からなる。データフィールド204は0~2112バイトの間で可変である。

【0026】次に、フレームヘッダの内容について説明

する。207はフレームヘッダの構造について示している。ここではフレームヘッダ203の詳細構造207における、1ワード目の0～23ビット領域にあたるS\_ID208についてのみ説明する。S\_ID (Source ID) 208は当該フレームを送信するポートを識別するための3バイトのアドレス識別子であり、送受信されるすべてのフレームで有効な値を持つ。このS\_IDは動的に変動する値であり、ファイバチャネルの規格セットの1つであるFC\_PHでは、S\_IDをファブリックによって、初期化手続き時に割り当てられる、としている。割り当てられる値は、それぞれのポートがもつN\_Port\_Nameまたは、Node\_Nameに依存する。

【0027】次に、ファイバチャネルプロトコルに基づく、送信元の機器と送信先の機器が通信に関して互いに情報を交換するログイン手続きについて述べる。図3に、PLOGIフレームにおけるデータフィールド204の詳細構造について示す。フレーム、およびフレームヘッダの構造は図2と同様である。PLOGIフレームのデータフィールド204において、先頭から21バイト目～29バイト目までの8バイトの領域がN\_Port\_Name307を格納する領域であり、先頭から30バイト目～38バイト目までの8バイトの領域がNode\_Name308を格納する領域である。

【0028】図4は、送信元（ログイン要求元）401と送信先（ログイン受信先）402との間に取り交わされる情報のやりとりを示したものである。ファイバチャネルのログイン手続きには数種類存在するが、ここではクラス3のログインに関して述べる。

【0029】ログイン要求元は、PLOGIフレーム403をログイン受信先へ送信する。このフレームには、ログイン要求元のN\_Port\_Name、Node\_Name、S\_IDおよびその他の情報が含まれている。受信先の装置では、このフレームに含まれている情報を取り出し、ログインを承認する場合は、ACC404と呼ばれるフレームをログイン要求元に対して送信する。一方、ログインを拒絶する場合は、LS\_RJT405と呼ばれるフレームをログイン要求元に対して送信する。

【0030】ログイン要求元は、自らが送信したPLOGIフレームに対してACCフレームの応答を検出すると、ログインが成功したことを知り、データ転送などのI/Oプロセスを開始できる状態となる。一方、ログイン要求元が、LS\_RJTを受信した場合はログインが成立しなかったこととなり、当該ログイン受信先へのI/Oプロセスは実行不可となる。ここではクラス3のログインについて述べたが、他のログインプロセスにおいても、ログイン要求元からログイン受信先へ渡すことのできる情報の中に、N\_Port\_Name、Node\_NameおよびS\_IDが含まれることにおいては同

様である。

【0031】次に、SCSIコマンドセットでは必ずサポートされている標準的なコマンドである、Inquiryコマンドについて説明する。Inquiryコマンドとは、I/Oプロセスを開始するのに先立ち、I/Oプロセスの対象となる論理ユニットに対して、その実装状態、準備状態を問い合わせるコマンドである。

【0032】図5は、SCSI規格で定義されたInquiryコマンドを、ファイバチャネル規格のフレームで送信する場合のデータフィールドの詳細構造を示している。フレーム、およびフレームヘッダの構造は図2と同様であるが、S\_ID208が含まれている。

【0033】データフィールド204には506のFCP\_CMNDフォーマットに示すように、FCP\_LUN507、FCP\_CNTL508、FCP\_CDB509、FCP\_DL510と呼ばれる領域がある。ここではFCP\_LUN507、およびFCP\_CDB509について述べる。FCP\_LUN507の中には、フレーム送信元が状態を問い合わせようとする、フレーム送信先のポートに関連付けられた論理ボリューム（目に見える単体としての記憶装置（物理ボリューム）に対して、便宜上仮想的に分割されナンバリングされた記憶領域）の識別子が格納されている。この識別子をLUN (Logical Unit Number) という。FCP\_CDB509の中には、SCSIコマンドセットを使用する場合にはSCSIのコマンド記述ブロック (CDB) と呼ばれる命令情報が格納される。このFCP\_CDB509の中に、SCSIのInquiryコマンド情報が格納されて、前述のFCP\_LUN507と共に、フレーム受信先へ情報が転送される。

【0034】次に、Inquiryコマンドを受信したフレーム受信先が、問合せへの応答としてフレーム送信元へ返信する情報について述べる。この情報をInquiryデータという。図6にInquiryデータの抜粋を示す。ここでは、Inquiryデータ601のうちクオリファイア602と、デバイス・タイプ・コード603の2つについて述べる。クオリファイア (Peripheral Qualifier) 602は、指定された論理ユニットの現在の状態を設定する3ビットの情報である。論理ユニットの状態604は、このクオリファイアのビットパターンによって示される論理ユニットの状態を示したものである。コード000 (2進数) 605は、論理ユニットとして接続されている装置は、デバイス・タイプ・コード603の領域に示される種類の入出力機器であることを示している。本コードが設定されていても、その論理ユニットが使用可能、すなわちレディ状態であることを必ずしも示しているわけではない。

【0035】しかし、当該論理ユニットを使用できるのは本コードが設定されている場合に限られる。コード0

01 (2進数) 606は、論理ユニットとして接続されている装置は、デバイス・タイプ・コード603の領域に示される種類の入出力機器であることを示しているが、そのロジカルユニットには実際の入出力機器が接続されていないことを示している。これは例えばCD-ROMドライブが実装されているが、CD-ROM媒体がドライブ内に挿入されていないような場合を示す。

【0036】コード011 (2進数) 607は、指定された論理ユニットがサポートされていないことを示す。従って指定された論理ユニットに装置が割り当てられることはない。本コードが設定されるときは、デバイス・タイプ・コード領域603にはかならず1F (16進数) が設定される。

【0037】デバイス・タイプ・コード (Peripheral Device Type) 603は、指定された論理ユニットに実際に割り当てられている入出力機器の種類を示す5ビットの情報である。コード608は、各デバイスタイプ609に対応する16進数のコードである。608に示されている情報のうち、未定義または未接続のデバイスを表す1F (16進数) 610が設定された場合、Inquiryコマンド送信元が問い合わせたデバイスは未定義あるいは未接続であり、当該論理ユニットは送信元からは使用できない。

【0038】図7に、このInquiryコマンドを用いた論理ユニット問合せの手順を示す。論理ユニットにアクセスしようとするホストコンピュータ701は、アクセスしようとする論理ユニットをもつ記憶サブシステム702に対し、Inquiryコマンドを格納したフレーム703を送信する。

【0039】このフレームには、ホストコンピュータのS\_IDと、問合せを行う先の論理ユニットの識別子であるLUNが含まれている。ここで、LUNについては、FCP\_LUN領域の他に、FCP\_CDB内のInquiryコマンド情報のフォーマット中にも設定することができる。どちらの値を使用しても得られる効果は同じであるが、本実施例ではLUNの値はFCP\_LUN 507に格納された値を使用するものとする。

【0040】Inquiryコマンドを含むフレームを受信した記憶サブシステム702は、問合せに対して必要なInquiryデータを準備し、作成したInquiryデータを含むフレーム704をホストコンピュータに送信する。このときInquiryデータを格納するフレームを、FCP\_DATAと呼ぶ。記憶サブシステムが、問合せのあった論理ユニットについて、クオリファイア000 (2進数)、デバイスタイプ00~09 (16進数) のいずれかを設定する場合704、このInquiryデータを受信したホストコンピュータは、当該論理ユニットに対して、以降I/Oの発行が可能となる。

【0041】一方、705に示すように、記憶サブシス

テムが、クオリファイア001 (2進数) または011 (2進数)、デバイスタイプ1F (16進数) を設定した場合、このInquiryデータ705を受信したホストコンピュータは、当該論理ユニットに対して、以降、I/Oの発行が不可能であることを認識する。

【0042】以上のことから、Inquiryデータに格納するクオリファイア、およびデバイス・タイプ・コードを記憶サブシステム側でコントロールすれば、ホストコンピュータから記憶サブシステムの論理ユニットへのアクセス許可および不許可を制御できることが分かる。

【0043】続いて、本発明の処理の流れについて詳細を述べる。

【0044】はじめに図1は、本発明の実施例の装置構成を示したものである。本装置を記憶サブシステム101とよぶ。記憶サブシステム101は、ファイバチャネル・インタフェース用のポート102~104を有し、ファイバチャネル・インタフェースを介して、ホストコンピュータ105~107と物理的に接続されている。ホストコンピュータ105~107もまた、ファイバチャネルインタフェース用のポート108~112を有しており、ホストコンピュータ105~107と記憶サブシステム101は、ファイバチャネル・プロトコルによる通信が可能である。ホストコンピュータには、105や106のように複数のファイバチャネル・ポートをもつものもあれば、107のように単一のファイバチャネル・ポートしかもたないものもある。

【0045】記憶サブシステム101とホストコンピュータ105~107間のファイバチャネルインタフェースの接続形態 (トポロジ) には、Point-to-Pointや、アービトレーション・ループ接続、ファブリック接続等、いくつかの種類が存在するが、本発明はその接続形態には依存しないため、単にファイバチャネル113と記述する。

【0046】まず、記憶サブシステム101は、種々の演算や処理を行うマイクロプロセッサ114を有し、複数の記憶装置群115、およびこれらにデータの読み書きを制御して行う記憶制御装置116、さらに記憶装置群115と記憶制御装置116を接続するためのバス117を有している。また、記憶サブシステム101は、種々の演算や処理のワーク領域として使用するメモリ118と、種々の管理情報、管理テーブル等を保存しておく不揮発メモリ119を有する。更に、ホストコンピュータへの応答を速くするための工夫として、キャッシュ120を有している。また、記憶サブシステム101は、通信制御部121を有し、通信回線122を介して、保守用端末装置123と接続されている。

【0047】保守用端末装置123は、内部にマイクロプロセッサ124と、ユーザとのインタフェースとなる入力部125と処理の結果を出力する表示部126を有



している。ユーザは、この入力部 125 を介して、本実施例で定義するいくつかのテーブルの設定を行うことができる。

【0048】図 8 において、本実施例の処理流れ概要を示す。初めに、手順 801 において、ユーザは前述の保守用端末装置 123 の入力部 125 を介して、記憶サブシステム内に存在する LU を規定する LUN (Logical Unit Number) と、その LUN にアクセスする可能性のあるホストコンピュータの WWN (N\_Port\_Name) と、これにアクセスしてくるホストコンピュータに対してその LUN をどのように見せるかを決定する仮想 LUN とを結び付けた「LUN アクセス管理テーブル」を作成する。

【0049】本テーブルは、記憶サブシステム内の不揮発メモリ 119 に保持される。各ホストコンピュータには、本テーブルの仮想 LUN が見える。各ホストコンピュータの WWN は既知である。

【0050】手順 802 において、各ホストコンピュータが記憶サブシステムに対して、ファイバチャネル・プロトコルに基づいてログインしてくると、記憶サブシステムは PLOGI フレームから、当該ホストコンピュータの WWN と、S\_ID を切り出し、それらの組み合わせを記述した「WWN-S\_ID 変換テーブル」を作成し、不揮発メモリ 119 上にこれを保持する。記憶サブシステムはこの作業を全ての PLOGI フレームに対して行う。

【0051】次に手順 803 において、記憶サブシステムは、各ホストコンピュータが記憶サブシステム内の論理ユニットの状態を知るために送信した Inquiry コマンドを含むフレームを受信する。このフレームを受信した記憶サブシステムは、そのフレームのヘッダから S\_ID を、データフィールドから Inquiry コマンドの対象となる LUN を切り出す。続いて、記憶サブシステムは、この S\_ID をキーにして上述の「WWN-S\_ID 変換テーブル」を検索し、この S\_ID に相当する WWN を取得する。

【0052】続いて、記憶サブシステムは、手順 804 において、得られた WWN をキーにして上述の「LUN アクセス管理テーブル」を検索し、Inquiry コマンドの対象となっている LUN に相当する仮想 LUN を「LUN アクセス管理テーブル」から取得する。ここで Inquiry 対象となっている LUN を仮想 LUN として取得する理由は、ホストコンピュータには仮想 LUN が開示されているためである。

【0053】続いて手順 805 では、手順 804 の結果、当該 WWN に対応する仮想 LUN を取得できたか否かの判定を行う。取得できた場合、すなわち当該 WWN に対応する仮想 LUN が「LUN アクセス管理テーブル」上に存在した場合は、当該ホストコンピュータによる当該仮想 LUN へのアクセスが許可される。対応する

仮想 LUN が該テーブルに存在しない場合は、当該ホストコンピュータにより当該仮想 LUN へのアクセスが拒絶される。

【0054】手順 805 の結果、当該ホストコンピュータによる当該仮想 LUN へのアクセスが許可される場合、記憶サブシステムは、手順 806 において、ホストコンピュータの発行した Inquiry コマンドに対して、対象 LU が実装済みの設定（すなわちアクセス可能である旨の設定）を行った上で、Inquiry データを送信する。

【0055】一方、当該仮想 LUN へのアクセスが拒絶される場合、記憶サブシステムは、手順 807 によって、ホストコンピュータの発行した Inquiry コマンドに対して、対象 LU が未実装の設定（すなわちアクセス不可である旨の設定）を行った上で、Inquiry データを送信する。

【0056】Inquiry データを受信したホストコンピュータは、そのフレームを解析する。

【0057】解析の結果、記憶サブシステムの当該仮想 LUN へのアクセス許可を認識すると、ホストコンピュータは以降、当該仮想 LUN に対して、コマンド (I/O 要求) を継続して発行することができる。この場合、手順 808 にあるように、記憶サブシステムは当該ホストコンピュータからのログインが有効である間は、当該 LU へのアクセス可否をチェックしなおすことなく、コマンド受信を継続することができる。

【0058】一方、当該 LUN へのアクセス拒否を認識したホストコンピュータは、記憶サブシステムへのログインが有効である間、当該 LU へ再度アクセスすることはない。

【0059】以下、上記の記憶サブシステム内の特定 LUN に対するホストコンピュータからのアクセス可否を制御する方式を、便宜的に「LUN セキュリティ」と呼ぶ。

【0060】次に、上記の各手順について詳細を示す。

【0061】はじめに、上記手順の「LUN アクセス管理テーブル」の作成について記述する。本発明における LUN セキュリティは、記憶サブシステムのもつポート毎に管理されるものとし、ホストコンピュータは、この記憶サブシステムのポートを通して、記憶サブシステム内の LU にアクセスするものとする。この場合、最も簡単な方法として、ホストコンピュータを一意に識別する情報である WWN と、当該ホストコンピュータにアクセスを許可する LUN (Logical Unit Number) の対応を定義した、図 9 に示すようなテーブル 901 を、記憶サブシステム内に設ければよい。

【0062】しかし、ホストコンピュータと記憶サブシステム間に、ファイバチャネル対応のハブや、スイッチなどの機器類が存在するような使用環境では、901 のテーブルだけでは不十分である。以下それを説明する。

【0063】テーブル901は、記憶サブシステム内のLUをその識別子であるLUN(Logical Unit Number)に基づき、そのままホストコンピュータのWWNに対して割り当てている。図9では、WWN902のホストコンピュータには、LU0～2にのみアクセスが許可され、WWN903のホストコンピュータは、LU3、4、および7にのみアクセスが許可され、WWN904のホストコンピュータは、LU5～6にのみアクセスが許可されている。

【0064】したがって、例えばLU0～2は、WWN902のホストコンピュータ以外のホストコンピュータからは、アクセス不可となり、LUNセキュリティが実現される。しかし、今日多くのホストコンピュータでは、起動時に接続されている記憶サブシステムのLU0にアクセスできない場合、そのLU0以降の同系列のLU(SCSI-2の規格では、この1系列は8つのLUで構成されるため、LU0～LU7までが同系列となる。)には全く存在の問い合わせをしない、とするものが多い。

【0065】すると、テーブル901のような規定方法では、ホストコンピュータ903や904は、アクセス許可するLUNがそれぞれ規定されていながら、LU0にアクセスできないために、テーブル901で規定したアクセス許可のLUNを参照できない事態が発生してしまう。このような現象は、ディスクアレイ装置のような記憶資源を豊富に提供し得る装置においては、著しくその利用率を下げてしまうことになり無駄である。

【0066】そこで、これを防ぐためにホストコンピュータ903、904にLU0へのアクセスを許可すると、LU0のセキュリティが保証されない。仮にこれを認めた場合にも、ホストコンピュータ903と904が異なるOSをもつホストコンピュータである場合、LU0を共有することは、それぞれのOSによるフォーマットの違いなどから困難である。

【0067】一方、図10においてホストコンピュータが接続している当該ポート配下にLU0が存在しなくても、全てのLUNに対して存在の問い合わせを行う、WWN1002～1004を持つホストコンピュータ群が存在すると仮定する。ここでは、WWN1002のホストコンピュータは、LU0、1、7にのみアクセスが許可され、WWN1003のホストコンピュータは、LU3、5、6にのみアクセスが許可され、WWN1004のホストコンピュータは、LU2、4にのみアクセスが許可されている。

【0068】この状態を視覚的に表したのが図11である。ホストコンピュータ1102～1104は、図10 WWN1002～1004を持つホストコンピュータに相当する。ホストコンピュータ1102～1104は、ファイバチャネル対応のハブや、スイッチ1105を経由して記憶サブシステムの同一のポート1106に接続

している。このような使用環境において、各々のホストコンピュータ1102～1104に対し、無計画にアクセス対象LUNを定義したり、以前割り当てたLUNと異なるLUNをアクセス対象として割り当てた場合、ホストコンピュータに記憶サブシステム内のLUNをそのまま開示している1101のような記憶サブシステムではLUNの開示方法に柔軟性がないため、当該ポート配下が、LU群1107のようにLUが離散した状態で見え、使用上、著しく管理しにくい状態となってしまう。

【0069】一方、最近、記憶サブシステムの1つのポート配下に9個以上のLUを定義しても、これを認識するホストコンピュータが存在するが、このようなホストコンピュータと従来のように1つの記憶サブシステムのポート配下にLU0～7までの8個のLUしかサポートしないホストコンピュータ間でLUNセキュリティを実施した場合の問題点を示す。

【0070】図12において、WWN1202、1204を持つホストコンピュータが、接続する記憶サブシステムのポート配下にLU0が存在しなくても、各LUに存在の問い合わせを行う機構をもち、かつ、接続する記憶サブシステムのポート配下にLUを16個まで認識する場合について以下説明する。

【0071】WWN1203を持つホストコンピュータは、接続する記憶サブシステムのポート配下にLU0が存在しなくても、各LUに存在の問い合わせを行えるが、サポート可能なLUはLU0～7の範囲の8個までとする。テーブル1201から分かるように、WWN1202を持つホストコンピュータはLU0～5の範囲でアクセスが許可されており、WWN1203を持つホストコンピュータはLU6～10の範囲で、またWWN1204を持つホストコンピュータはLU11～15の範囲でアクセスが許されている。この状態を視覚的に表したのが図13である。

【0072】ホストコンピュータ1302～1304は、図12のWWN1202～1204を持つホストコンピュータに相当する。ホストコンピュータ1302～1304は、ファイバチャネル対応のハブや、スイッチ1305を経由して記憶サブシステムの同一のポート1306に接続している。このような使用環境において、各々のホストコンピュータ1302～1304に対して、LU群1308のように記憶サブシステム内のLUを割り当てたとすると、ホストコンピュータA1302には、LU群1308中のLU0～5の範囲のみアクセス許可対象として見え、ホストコンピュータC1304には、LU群1308中のLU11～15の範囲のみアクセス許可対象として見え、それぞれLUNセキュリティの目的を果たすことができる。しかし、ホストコンピュータB1303は、元々1ポート配下にLU0～7までの範囲で、8個までしかLUをサポートできないため、LU群1307の範囲内でしか問い合わせを実施す

ることができない。よって、テーブル1201において、LU6~10までアクセス許可をしても、実際には、LU6、7にしかアクセスできないという問題が生じる。これも、記憶サブシステム内のLUをそのまま開示しているために起こる弊害である。

【0073】以上のような懸念を考慮して、本発明では、図14に示すような「LUNアクセス管理テーブル」1401を定義する。テーブル1401は、図9のテーブル901、図10のテーブル1001、図12のテーブル1201のように記憶サブシステム内のLUNをWWNに直接割り当てたテーブルとは異なり、記憶サブシステム内のLUNと、そのLUNをユーザの任意のリナンバリング方法で定義しなおした仮想LUNと、その仮想LUNにアクセスする可能性のあるホストコンピュータのWWNを組み合わせで記憶サブシステムのポート毎に定義したテーブルである。

【0074】このテーブル1401において、ユーザは任意個数の任意LUNに対して、任意のリナンバリング方法で仮想LUNを対応づけることができる。その結果、この「LUNアクセス管理テーブル」1401を定義した記憶サブシステムでは、各ホストコンピュータに対して、ユーザの任意の使用希望に沿った形でLUNを開示することができる。その際、各ホストコンピュータにアクセスが許可されるLUNは、実際のLUN1417ではなく、仮想LUN1416であるため、各ホストコンピュータに記憶サブシステム内のLUNのばらつきや、LU0の有無などを意識させる必要がなく、ユーザの意志によって最適化された柔軟なLUN状態を提供することができる。

【0075】図14において、WWN1402を持つホストコンピュータは、仮想LUN0~3を通して、実際のLUN0~3へアクセスが許可されている。以下WWN1403~1414を持つホストコンピュータも同様であり、それぞれ仮想LUN1416を通して、対応する実際のLUN1417へアクセス許可される。これにより、各ホストコンピュータは、非LU0に対しても、LU0に対して行うような処理を実行すること等が可能となる。

【0076】この「LUNアクセス管理テーブル」1401において特徴的なことは、WWN1402~1405を持つホストコンピュータには、それぞれ接続ポート配下のLU0にアクセスしているように見えているものの、実際には、それぞれの間で排他的なセキュリティが実現されながら、実際には異なったLUNにアクセスし、記憶資源を効率的に使用できていることである。実際のLUNに対する仮想LUNのリナンバリングに関して詳細を示す。使用者が最もよく行うと思われる仮想LUNによるリナンバリング方法は、従来のSCSI規格との対応を意識して、各WWNに対して、LU0を起点に1ずつLUNが増えていくような番号付け、すなわち

WWN1402~1404の欄に見られるようなケースである。

【0077】しかし、運用面を考えると、WWN1407、1408の欄のように、偶数のみの仮想LUN、奇数のみの仮想LUNを対応させることも可能である。この例では、WWN1407、1408を有するホストコンピュータがアクセス許可されているのは、実際には単に連続するLU30~34、およびLU35~38である。また、WWN1409の欄のように、LU0が存在しなくても任意のLUNを検出できるようなホストコンピュータに対しては、アクセス希望するLUNに対応する仮想LUNにだけアクセス許可すればよい。また、WWN1410および1411の欄のような対応づけは、2つ以上の異なるホストコンピュータを任意にグルーピングする際に便利である。さらにまた、WWN1412および1413の欄は、これら2つのWWNを有するホストコンピュータに対しては、異なるLUNにアクセス許可しているように見せながら、実際には全く同じLUNにアクセスさせ、同一の情報を開示したい場合に便利な運用である。

【0078】さらには、記憶サブシステムがRAIDを構成するディスクアレイ装置であるような場合に、異なるRAIDグループに属するLUをひとつずつ割り当て、最もI/Oに貢献する記憶装置(磁気ディスクドライブ)数が多くなるようにすることもできる。図14の例でいうと、WWN1414の欄がこれに該当する。

【0079】以上、本発明の「LUNアクセス管理テーブル」による仮想LUNと実際のLUN対応づけの効果について具体例に説明してきたが、これを視覚的に表すと図16のようになる。対応する管理テーブル1502は図15に示した。

【0080】テーブル1501で、各ホストコンピュータに割り当てた実際のLU群1504は、実際には図16の1608のように全く乱雑な配置をとっている。しかし、これをテーブル1501の仮想LU群1503で置換することで、各ホストコンピュータに記憶サブシステム1601内の実際のLUの配置状態1608に影響を受けない状態1607でLUを開示することができる。これにより、記憶サブシステム資源の柔軟な運用が可能となる。

【0081】本発明の「LUNアクセス管理テーブル」1401や1501は、図17手順1701~1703に示すように、記憶サブシステムの全ポートに対して定義された後、記憶サブシステム内の不揮発メモリに保持される。不揮発メモリに保持されることで、本テーブルは、記憶サブシステムの電源切断によっても消失しない。

【0082】続いて、記憶サブシステムがホストコンピュータから、ログインされる際の処理について説明する。本実施例では、一連のログイン処理を通じて、ホス

トコンピュータを一意に識別するWWNと、ログイン以降に使用されるホストコンピュータを一意に識別するS\_\_IDとを対応させる。ホストコンピュータが起動すると、図18の手順1801において、記憶サブシステムは、PLOGIフレームを受信する。

【0083】PLOGIフレームを受信した記憶サブシステムは、手順1802において、フレームヘッダからホストコンピュータのS\_\_IDを、手順1803において、データフィールドからホストコンピュータのWWN(N\_Port\_Name)を取得する。続いて、記憶サブシステムは手順1804において、このWWNとS\_\_IDの組み合わせを図19に示す「WWN-S\_\_ID変換テーブル」1901に記録作成し、これを手順1805において、記憶サブシステム内の不揮発メモリに保持する。「WWN-S\_\_ID変換テーブル」1901は、記憶サブシステムのポート毎に作成される。

【0084】このテーブルに登録されたWWNをもつホストコンピュータから、以後、コマンドが送信されると、記憶サブシステムはそのフレームヘッダからS\_\_IDを取得し、「WWN-S\_\_ID変換テーブル」1901によってそのホストコンピュータのWWNを検索することができる。記憶サブシステムは、この「WWN-S\_\_ID変換テーブル」を不揮発メモリ上に保存すると、手順1806において、当該ホストコンピュータのログインを承認した旨のACCフレームを送信する。記憶サブシステムからACCフレームを受信したホストコンピュータは、これ以降、記憶サブシステムに対してInquiryコマンドを発行することができる。

【0085】続いて、ホストコンピュータからのInquiryコマンド受信と、これに対する記憶サブシステムのセキュリティ応答について説明する。図20、図21は、この一連の処理の流れを示したものであり、図22は、この一連の処理の流れにおいて使用される各テーブルやパラメータの参照関係を示したものである。図20の手順2001において、記憶サブシステムは、ホストコンピュータからファイバチャネルに規定されたFCP\_CMNDフレームを受信する。すると記憶サブシステムは、手順2002において、そのFCP\_CMNDのデータフレームの内容を解析する。

【0086】続いて記憶サブシステムは、手順2003において、当該のFCP\_CMNDの内容がInquiryコマンドであるか否かをチェックする。Inquiryコマンドでない場合、記憶サブシステムは手順2004において、そのコマンドに対応した処理を実行する。一方、Inquiryコマンドであった場合、記憶サブシステムは手順2005において、当該FCP\_CMNDフレームのヘッダからホストコンピュータのS\_\_IDを取得し、手順2006において、当該FCP\_CMNDフレームのデータフィールドのFCP\_LUNから対象とするLUNを取得する。引き続き、記憶サブシ

ステムは手順2007において、得られたS\_\_IDをキーにして、図19の「WWN-S\_\_ID変換テーブル」1901を検索し、このS\_\_IDに対応するWWNを取得する。ここまでの流れは、図22の2201および手順2202、2203の参照動作を指す。

【0087】続いて、手順2008において、このWWNに対してアクセス許可されている仮想LUN情報を取得する。そして、手順2109において、このWWNをもつホストコンピュータのInquiryコマンドから得られたLUNが、「LUNアクセス管理テーブル」上でアクセス許可された仮想LUNとして登録されているか否かを判定する。ここまでの流れは、図22の手順2204および2205の参照動作を指す。

【0088】「LUNアクセス管理テーブル」の当該エントリに、手順2006で得られたLUNが仮想LUNとして登録されている場合、当該ホストコンピュータからその仮想LUNへのアクセスが許可されるため、記憶サブシステムは手順2110において、ホストコンピュータ応答用Inquiryデータのクオリファイアに2進数の'000'を、デバイスタイプに記憶サブシステムのデバイスタイプコードをセットする。

【0089】一方、「LUNアクセス管理テーブル」の当該エントリに、手順2006で得られたLUNが仮想LUNとして登録されていない場合、当該ホストコンピュータからその仮想LUNへのアクセスは拒絶されるため、記憶サブシステムは手順2111において、ホストコンピュータ応答用Inquiryデータのクオリファイアに2進数の'001'または、'011'を、デバイスタイプに16進数の'1F'をセットする。

【0090】次に記憶サブシステムは、手順2112において、FCP\_DATAフレームに上記の応答用Inquiryデータをセットして、ホストコンピュータへ送信する。続いて記憶サブシステムは、手順2113において、ホストコンピュータのInquiryコマンドの応答を完了したことを示すFCP\_RSPフレームを送信する。

【0091】図20の手順2110、2112に引き続いて、Inquiryデータを含むFCP\_DATAを記憶サブシステムから受信したホストコンピュータは、当該LUNへのアクセスは可能と判断し、以降、当該仮想LUNへのアクセス可否を再度問い合わせることなく、アクセスを継続することができる。ここで、当該ホストコンピュータがアクセスするLUNは、実際には図22の手順2206の参照動作でポイントされる、仮想LUNと一意に対応づけられた記憶サブシステム内のLUNとなる。この手順2206の参照動作は、記憶サブシステムの内部的な参照作業であり、ホストコンピュータから意識されることはない。一方、手順2111、2112に引き続いて、Inquiryデータを含むFCP\_DATAを記憶サブシステムから受信したホストコ

ンピュータは、当該LUNへのアクセスは不可能と判断し、以降、当該LUNへのアクセス可否を再度問い合わせることはなく、当該仮想LUNへもアクセスしない。

【0092】本実施例では、上記したようにホストコンピュータがアクセス可否を当該LUNへ問い合わせるのは、Inquiryコマンド発行時だけである。つまり、ログインが有効である間は、この問い合わせを繰り返し行う必要がない。これにより、ホストコンピュータと記憶サブシステム間のデータ転送効率を落とすことなく、強固なLUNセキュリティを実現できる。

【0093】以上のように、記憶サブシステム内に存在するLUと、そのLUNをユーザ任意のリナンバリング方法で定義しなおした仮想LUNと、その仮想LUNにアクセスする可能性のあるホストコンピュータのWWNとを組み合わせて記憶サブシステムのポート毎に管理することにより、ホストコンピュータ側の処理を変えることなく、記憶サブシステム内の記憶資源を有効に提供でき、当該ホストコンピュータから当該LUNへのアクセス可否を高速な判定ロジックで行う強固なLUNセキュリティを実現できる。

【0094】本実施例では、ファイバチャネルを例に説明したが、実施においては、必ずしもファイバチャネルに限定する必要はなく、同等機能を提供可能なプロトコル環境であれば、その種別は問わない。また、記憶サブシステムに関しても、本実施例では、主にディスクアレイ装置を想定して記述しているが、記憶装置を可換媒体として置き換え、光ディスクライブラリや、テープライブラリなどに適用することも可能である。

【0095】本発明に係る第二の実施形態を以下に説明する。

【0096】第二の実施例も第一の実施例同様、ホストコンピュータと記憶サブシステム間のインタフェース・プロトコルにファイバチャネルを例にして説明する。本実施例は、複数のホストコンピュータから構成される特定のグループに対してLUNセキュリティを実現する方法である。

【0097】例えば、ホストコンピュータと記憶サブシステム間にファイバチャネル対応のハブや、スイッチなどの機器類が存在する図1、図11、図13、図16のような使用環境では、記憶サブシステムの同一ポートにアクセスするホストコンピュータには様々なベンダ製のものが予想される。このような様々なベンダ製のホストコンピュータが共存するような環境では、しばしば記憶サブシステム内の記憶資源の共有、共用に関して問題が発生する。ベンダが異なれば、多くの場合、当該ホストコンピュータの搭載するOSが異なる。この問題は、ホストコンピュータが、WSやメインフレーム等の場合にはしばしば発生する。ホストコンピュータがPCの場合は、ベンダが異なっても、OSは多くの場合Windows（登録商標）系であるためこの限りではない。

【0098】OSが異なる場合、記憶資源に対するフォーマット形式や、アクセスのロジック、実行可能なスクリプト、アプリケーション等が異なるため異なるベンダ製ホストコンピュータ間で同一のボリュームを共有することは困難である。

【0099】そこで、記憶サブシステムの記憶資源に対して、ベンダ単位でグルーピングしてアクセスの可否を設定できるような、いわゆるベンダ毎のLUNセキュリティ機能を実現することが望ましい。更に、このようなベンダ毎のLUNセキュリティが実現できれば、アクセスを許可したグループ向けの記憶資源上に、当該ベンダ向けのサービスを提供したり、固有の処理を実行させることもできる。

【0100】そこで、記憶サブシステム内のLUへアクセスを許可する最小単位をホストコンピュータのベンダ単位で規定することを例に、第二の実施例を説明する。第二の実施例が第一の実施例と異なる点は、「LUNアクセス管理テーブル」の定義方法である。本実施例では、WWNの性質に注目してホストコンピュータのベンダを識別する。図23の2301は、WWNのフォーマットの1つを示したものである。この図から分かるように、WWN2301は、60～63ビットエリア（4ビットエリア）に定義された識別フィールド2302と、36～59ビット（24ビットエリア）に定義されたCompany\_ID2303と、0～35ビット（36ビットエリア）に定義されたVSIID（Vendor Specific Identifier）2304から構成される。

【0101】このCompany\_ID2303は、従来からよく知られているMACアドレスを原則的に流用したもので、IEEEが世界中のコンピュータベンダや、通信機器ベンダ等を対象にユニークに割り当てた識別情報である。VSIID2304は、IEEEからCompany\_ID2303の使用を認められたベンダが自社のルールで決定したユニークな識別情報であり、当該ベンダ内でユニークな値となる。各ベンダのCompany\_ID2303は、IEEEの出版物等を通して誰でも知ることができる情報であることから、このCompany\_ID2303を予め調べておけば、記憶サブシステムにログインしてきたホストコンピュータがどのベンダ製のものであるかを識別することができる。

【0102】WWNには、何種類かのフォーマット形式が規定されているが、Company\_ID2303とVSIID（Vendor Specific Identifier）2304を共通して内包している。

【0103】図2.4は、本実施例における「LUNアクセス管理テーブル」2401である。「LUNアクセス管理テーブル」2401は、記憶サブシステム内のLUN2304と、そのLUNをユーザの任意のリナンバリング方法で定義しなおした仮想LUN2403と、その

仮想LUNにアクセスする可能性のあるホストコンピュータのベンダを表すCompany\_ID2402を組み合わせて記憶サブシステムのポート毎に定義したテーブルである。このテーブル2401においてユーザは、任意個数の任意LUNに対して、任意のリナンバリング方法で仮想LUNを対応づけることができる。

【0104】その結果、この「LUNアクセス管理テーブル」2401を定義した記憶サブシステムでは、各ベンダ製のホストコンピュータに対して、ユーザの任意の使用希望に沿った形でLUNを開示することができる。その際、各ベンダのホストコンピュータにアクセスが許可されるLUNは、実際のLUN2404ではなく、仮想LUN2403であるため、各ベンダ製のホストコンピュータに記憶サブシステム内のLUNのばらつきや、LUNの有無などを意識させる必要がなく、ユーザの意志によって最適化されたLUN状態を提供することができる。

【0105】一方、「WWN-S\_ID変換テーブル」に関しては、本発明の第一の実施例図18に示したものと同様の作成方法で、図19の1901と同様のフォーマットで実現することができる。

【0106】続いて、図25において、本実施例の全体の処理流れを示し、同時に図26において、この一連の処理の流れにおいて使用される各テーブルとパラメタの参照関係を示す。初めに、手順2501において、ユーザは前述の保守用端末装置123の入力部125を介して、記憶サブシステム内に存在するLUNと、そのLUNにアクセスする可能性のあるホストコンピュータ群のベンダを表すCompany\_IDと、これにアクセスしてくる各ベンダ製ホストコンピュータに対してそのLUNをどのように見せるかを決定する仮想LUNとを結び付けた「LUNアクセス管理テーブル」を作成する。

【0107】本テーブルは、記憶サブシステム内の不揮発メモリ119に保持される。各ベンダ製ホストコンピュータには、本テーブルの実際のLUNではなく、仮想LUNが見える。Company\_IDは各ベンダを表す既知の情報である。本実施例の「LUNアクセス管理テーブル」において、WWNではなくWWNの構成要素であるCompany\_IDを使用するのは、LUへのアクセス可否判定を個々のホストコンピュータ単位ではなく、各ベンダ単位で行うためである。

【0108】手順2502において、各ホストコンピュータが記憶サブシステムに対して、ファイバチャネル・プロトコルに基づいてログインしてくると、記憶サブシステムはPLOGIフレームから、当該ホストコンピュータのN\_Port\_Name（以下、これをWWNと記す）と、S\_IDを切り出し、それらの組み合わせを記述した「WWN-S\_ID変換テーブル」を作成し、不揮発メモリ119上にこれを保持する。記憶サブシス

テムは、この作業を全てのPLOGIフレームに対して行う。

【0109】次に手順2503において、記憶サブシステムは、各ベンダ製ホストコンピュータが記憶サブシステム内の論理ユニットの状態を知るために送信したInquiryコマンドを含むフレームを受信する。このフレームを受信した記憶サブシステムは、そのフレームのヘッダからS\_IDを、データフィールドからInquiryコマンドの対象となるLUNを切り出す。続いて、記憶サブシステムは、このS\_IDをキーにして上述の「WWN-S\_ID変換テーブル」を検索し、このS\_IDに相当するWWNを取得する。

【0110】続いて記憶サブシステムは、手順2504において、得られたWWNから、図23の2301のフォーマットに基づいて、24ビットのCompany\_IDを切り出す。このCompany\_IDの切り出し作業は、第一の実施例の流れにはなかった本実施例に固有のものである。手順2503、2504は図26の2601～2604に相当する。

【0111】次に記憶サブシステムは、得られたCompany\_IDをキーにして上述の「LUNアクセス管理テーブル」を検索し、Inquiryコマンドの対象となっているLUNに相当する仮想LUNを「LUNアクセス管理テーブル」から取得する。ここで、Inquiry対象となっているLUNを仮想LUNとして取得する理由は、仮想LUNが記憶サブシステムのLUNとして各ベンダ製ホストコンピュータに対して開示されているためである。

【0112】続いて手順2506では、手順2505の結果、当該WWNに対応する仮想LUNを取得できたか否かの判定を行う。取得できた場合、すなわち当該WWNに対応する仮想LUNが「LUNアクセス管理テーブル」上に存在した場合が、当該ベンダ製ホストコンピュータに対して当該仮想LUNへのアクセスが許可される場合であり、存在しない場合が、当該ベンダ製ホストコンピュータに対して当該仮想LUNへのアクセスが拒絶される場合である。

【0113】手順2506の結果、当該ベンダ製ホストコンピュータによる当該仮想LUNへのアクセスが許可できる場合、記憶サブシステムは、手順2507において、当該ベンダ製ホストコンピュータの発行したInquiryコマンドに対して、対象LUが実装済みの設定、すなわちアクセス可能である旨の設定を行った上で、Inquiryデータを送信する。これら手順2505、2506、2507は図26の2605、2606、2608に相当する。

【0114】一方、手順2506の結果、当該ホストコンピュータにより当該仮想LUNへのアクセスが拒絶される場合、記憶サブシステムは、手順2508によって、当該ベンダ製ホストコンピュータの発行したInq



u i r yコマンドに対して、対象LUが未実装の設定、すなわちアクセス不可である旨の設定を行った上で、I n q u i r yデータを送信する。I n q u i r yデータを受信したホストコンピュータは、そのフレームを解析する。

【0115】解析の結果、記憶サブシステムの当該仮想LUNへのアクセス許可を認識すると、当該ベンダ製ホストコンピュータは以降、当該仮想LUNに対して、コマンド（I/O要求）を継続して発行することができる。この場合、手順2509にあるように、記憶サブシステムは当該ベンダ製ホストコンピュータからのログインが有効である間、当該LUNへのアクセス可否をチェックしなすことなく、コマンド受信を継続することができる。ここで、当該ベンダ製ホストコンピュータのアクセスが許可されるLUNは、実際には図26の手順2607の参照動作でポイントされる、仮想LUNと一意に対応づけられた記憶サブシステム内のLUNとなる。この手順2607の参照動作は、記憶サブシステムの内部的な参照作業であり、ホストコンピュータから意識されることはない。

【0116】一方、記憶サブシステムが送信したI n q u i r yデータフレームから、当該LUへのアクセス拒否を認識した各ベンダ製ホストコンピュータは、記憶サブシステムへのログインが有効である間、当該LUNへ再度アクセスすることはない。

【0117】本実施例では記憶サブシステムにアクセスしてきたホストコンピュータのWWNを直接セキュリティの管理対象としているのではなく、WWNを構成する情報であるCompany\_IDを切り出して、当該ホストコンピュータが属するグループ、すなわちベンダを規定し、セキュリティの管理対象単位としていることが分かる。

【0118】このことをより詳細に説明しているのが図27と図28である。2701の「LUNアクセス管理テーブル」では、Company\_ID0000E1をもつベンダ製ホストコンピュータ群2705に対して、仮想LUN0、1、2、3、4を通して、実際のLUN0、1、6、8、15へのアクセスを許可している。同様に、Company\_ID0000E2をもつベンダ製ホストコンピュータ群2706に対して、仮想LUN0、1、2を通して、実際のLUN2、7、10へのアクセスを、Company\_ID0000F0をもつベンダ製ホストコンピュータ群2707に対しては、仮想LUN0、1、2、3を通して、実際のLUN3、4、5、14へのアクセスを許可している。

【0119】これを図示したのが図28である。種々のコンピュータ2803～2811は、ファイバチャネルのファブリック2802を経由して、記憶サブシステム2801に単一のポートで接続している。ホストコンピュータ2803～2811は、それぞれ世界でユニーク

なWWNを有しているが、同じベンダ製のホストコンピュータは共通のCompany\_IDを有している。ホストコンピュータ2803、2804、2805、2808が同一のベンダA製であり、そのCompany\_IDは、0000E1とすると、これらのホストコンピュータは、所属するファイバチャネルのドメインが異なっても、2701の「LUNアクセス管理テーブル」のセキュリティ規定から、記憶サブシステム2801内のLUA0～4にのみアクセスが許可される。

【0120】同様にホストコンピュータ2806、2807、2811が同一のベンダB製であり、そのCompany\_IDは、0000E2とすると、これらのホストコンピュータは、所属するファイバチャネルのドメインが異なっても、2701のテーブルのセキュリティ規定から、記憶サブシステム2801内のLUB0～2にのみアクセスが許可される。同様にホストコンピュータ2809、2810が同一のベンダC製であり、そのCompany\_IDは、0000F0とすると、これらのホストコンピュータは、所属するファイバチャネルのドメインが異なっても、2701のテーブルのセキュリティ規定から、記憶サブシステム2801内のLUC0～3にのみアクセスが許可される。これら異なるベンダ間では、2701のテーブルのセキュリティ規定に基づいたアクセスの排他論理により、異なるベンダ用にアクセス制限されたLUを見ることはできない。以上のように、ベンダ毎のLUNセキュリティを実現することができるが、これを応用することで、更にベンダ毎のホストコンピュータ群に記憶サブシステム資源を有効に提供することができる。例えば、2812のLUA0～4、LUB0～2、LUC0～3は、それぞれアクセスしてくるベンダが異なることが自明であるため、それぞれに対して、アクセス許可したベンダ製ホストコンピュータOS向けのフォーマットを実施することができる。また、それぞれに、アクセス許可したベンダ製ホストコンピュータOS向けの固有の実行スクリプトや、アプリケーション・ソフトウェア、サービスを提供することも可能である。更には、それぞれに記憶サブシステム2801の制御情報を提供することで、ベンダ毎に当該記憶サブシステム2801をカスタマイズさせることも可能である。

【0121】以上のように、記憶サブシステム内に存在するLUと、そのLUNをユーザの任意のリナンバリング方法で定義しなおした仮想LUNと、その仮想LUNにアクセスする可能性のあるコンピュータベンダのCompany\_IDを組み合わせて記憶サブシステムのポート毎に管理することにより、ホストコンピュータ側の処理を変えることなく、記憶サブシステム内の記憶資源を有効に提供でき、当該ホストコンピュータから当該LUNへのアクセス可否をベンダ単位で高速な判定ロジックで行う強固なLUNセキュリティを実現することがで

きる。

【0122】本実施例では、ファイバチャネルを例に説明したが、実施においては、必ずしもファイバチャネルに限定する必要はなく、本記述と同等の機能を提供できるプロトコル環境であれば、その種別は問わない。また、記憶サブシステムに関しても、本実施例では、主にディスクアレイを対象に記述したが、記憶装置を可換媒体として置き換え、光ディスクライブラリや、テープライブラリなどに適用することも可能である。更に、ここではホストコンピュータのベンダ単位でグルーピングを行ったが、複数のホストコンピュータ間で共有可能な情報に基づき、任意のグループ分けが可能である。

【0123】以上述べた実施例に基づき、ある記憶サブシステムにおいて本発明が実施されているか否かの確認方法としては、たとえば以下の方法がある。

【0124】①図14あるいは図24に示すような、ホストを一意に識別する識別子と、論理ユニット番号(LUN)、および仮想的な論理ユニット番号(仮想LUN)を対応づけた管理テーブルを作成する必要がある、またはこの表を参照する処理が行われれば、本発明が実施されている可能性が高い。

【0125】②ファイバモニタを用いて、ホストストレージ間の通信に用いられるコマンドをモニターする。ホストが管理する論理ユニット番号(仮想LUN)と、実際にアクセスした論理ユニットに与えられた、ストレージが管理する論理ユニット番号(LUN)が一致しない場合があれば、本発明が実施されている可能性が高い。

【0126】③ホストが管理する論理ユニット番号(仮想LUN)の絶対値の最大値と、ストレージが管理する論理ユニット番号(LUN)の絶対値の最大値が一致しない場合があれば、本発明が実施されている可能性が高い。(これは、複数のLUに対して、同一の仮想LUNを対応づけることが可能であることによる。)

【0127】

【発明の効果】以上説明したように、管理テーブルを用いることによって、ホストコンピュータにユーザ運用希望にそった形で、記憶サブシステム内の論理ユニットを開示しながら、各ホストコンピュータに対してLU単位にアクセス可否を制限し、不正アクセスを防止するセキュリティ機能を実現できる。更に、記憶サブシステム内のLUに対するアクセス可否判定は、問い合わせコマンド発行時点で判明し、以降この判定を繰り返す必要がないため、記憶サブシステムを高い性能で維持運用しながら、LUに対する強固なセキュリティを確保することができる。

【0128】また、本発明の上記実施例によれば、同一ベンダを示すCompany\_ID等、ホストコンピュータのうちのあるグループに共通な識別情報をWWNから部分的に切り出し、共通の識別情報を持つグループ単位に、記憶サブシステム内のLUにアクセス制限を実施

することで、当該ホストコンピュータ群にのみ有効な記憶資源フォーマットや、アプリケーション、サービス、固有の処理などを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施形態におけるハードウェア構成図である。

【図2】本発明の実施形態におけるフレーム・フォーマットおよびそのフレームヘッダの詳細を示す図である。

【図3】本発明の実施形態におけるフレーム・フォーマットおよびそのフレームヘッダおよびデータフィールドの詳細を示す図である。

【図4】本発明の実施形態におけるログインプロセスを示す図である。

【図5】本発明の実施形態におけるInquiryコマンド送信時のフレーム・フォーマットの詳細を示す図である。

【図6】図5で示したInquiryコマンドに対して送信するInquiryデータ・フォーマットの詳細を示す図である。

【図7】本発明の実施形態におけるInquiryコマンドによる論理ユニットへのアクセス可否問い合わせシーケンスを示す図である。

【図8】本発明の実施形態におけるLUNセキュリティの処理シーケンス概要を示す図である。

【図9】本発明の実施形態における「LUNアクセス管理テーブル」を示す図である。

【図10】本発明を利用しないことによる不完全な「LUNアクセス管理テーブル」のフォーマットおよび、その第一の例を示す図である。

【図11】図10の状態を視覚的に表した図である。

【図12】本発明を利用しないことによる不完全な「LUNアクセス管理テーブル」のフォーマットおよび、その第二の例を示す図である。

【図13】図12で示した状態を視覚的に示した図である。

【図14】本発明の実施形態における「LUNアクセス管理テーブル」のフォーマットおよび、その第一の利用例を示す図である。

【図15】本発明の実施形態における「LUNアクセス管理テーブル」のフォーマットおよび、その第二の利用例を示す図である。

【図16】本発明の実施形態におけるLUNセキュリティの効果を視覚的に示す図である。

【図17】本発明の実施形態における「LUNアクセス管理テーブル」の作成シーケンスを示す図である。

【図18】本発明の実施形態における「WWN-S\_ID変換テーブル」の作成シーケンスを示す図である。

【図19】本発明の実施形態における「WWN-S\_ID変換テーブル」の作成シーケンスを示す図である。

【図20】本発明の実施形態におけるLUNセキュリティ



ィのホストコンピュータ送信のInquiryコマンドに対するLUNアクセス可否判定シーケンスを示す図である。

【図21】本発明の実施形態におけるLUNセキュリティのホストコンピュータ送信のInquiryコマンドに対するLUNアクセス可否判定シーケンスを示す図である。(つづき)

【図22】本発明の実施形態におけるLUNセキュリティの各テーブル間の参照関係を示す図である。

【図23】本発明の実施形態におけるWWNのフォーマットの一例を示す図である。

【図24】本発明の実施形態におけるベンダ別「LUNアクセス管理テーブル」のフォーマットおよび、その第一の利用例を示す図である。

【図25】本発明の実施形態におけるベンダ別LUNセキュリティの処理シーケンス概要を示す図である。

【図26】本発明の実施形態におけるベンダ別LUNセキュリティの各テーブル間の参照関係を示す図である。

【図27】本発明の実施形態におけるベンダ別「LUNアクセス管理テーブル」のフォーマットおよび、その第二の利用例を示す図である。

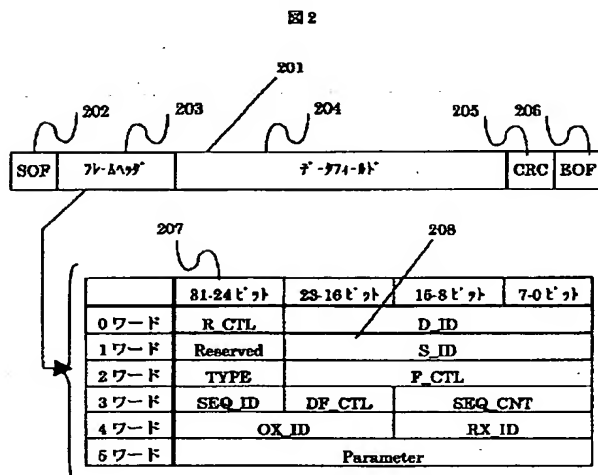
【図28】本発明の実施形態におけるベンダ別LUNセキュリティの効果を視覚的に示す図である。

【符号の説明】

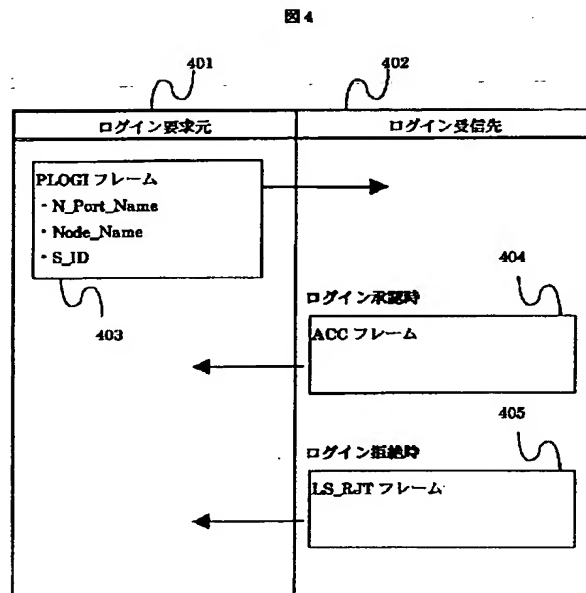
201 フレーム・フォーマット  
207 フレーム・ヘッダの詳細  
208 S\_ID  
305 データフィールドの詳細  
307 N\_Port\_Name

308 Node\_Name  
506 データフィールドの詳細  
601 Inquiryコマンドに対して送信するInquiryデータ・フォーマット  
604 クオリファイア(3ビット)の詳細  
605~607 クオリファイア(3ビット)  
608 デバイス・タイプコード(5ビット)の種別  
609 デバイス・タイプ  
901 不完全な「LUNアクセス管理テーブル」の第一の例  
902~904 記憶サブシステムへアクセス管理されたホストコンピュータ1~3のWWN  
1001 不完全な「LUNアクセス管理テーブル」の第二の例  
1101 記憶サブシステム  
1201 不完全な「LUNアクセス管理テーブル」の第三の例  
1308 記憶サブシステムのポート配下に定義されたLU群LU0~15  
1401 「LUNアクセス管理テーブル」の第一の例  
1501 「LUNアクセス管理テーブル」の第二の例  
1901 「WWN-S\_ID変換テーブル」の第一の例  
2301 WWN(World Wide Name)のフォーマットの一例  
2401 ベンダ別「LUNアクセス管理テーブル」の第一の例  
2701 ベンダ別「LUNアクセス管理テーブル」の第二の例

【図2】

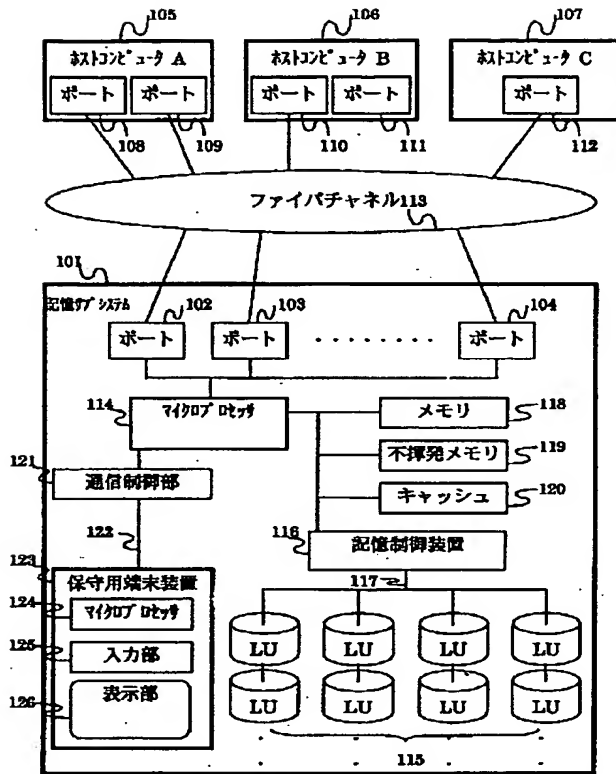


【図4】



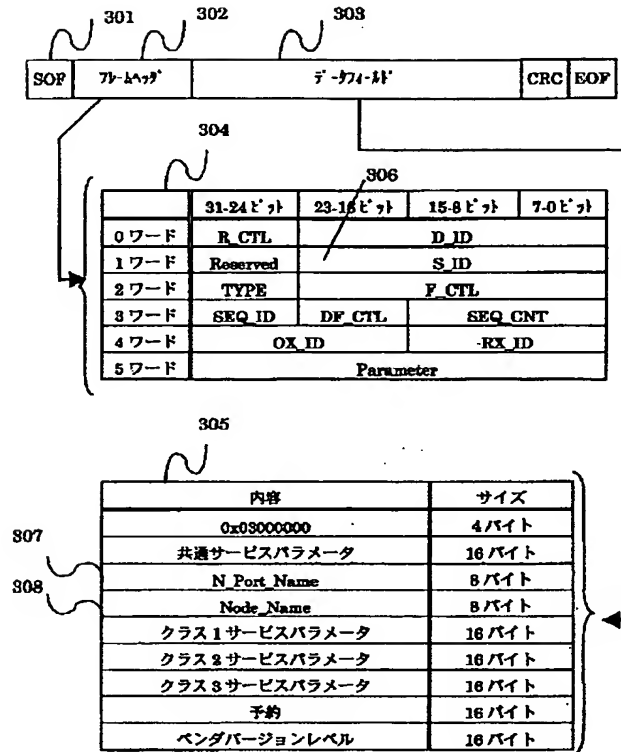
【図1】

図1



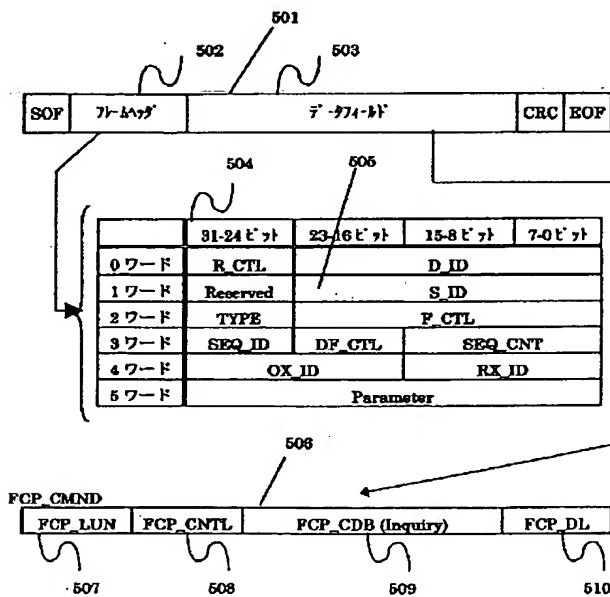
【図3】

図3



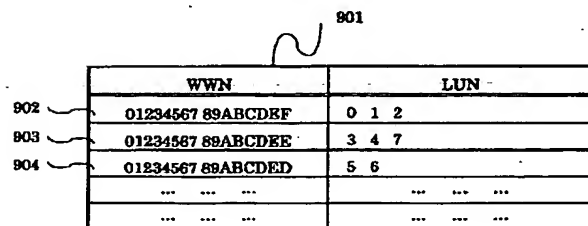
【図5】

図5



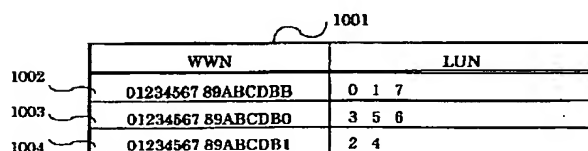
【図9】

図9

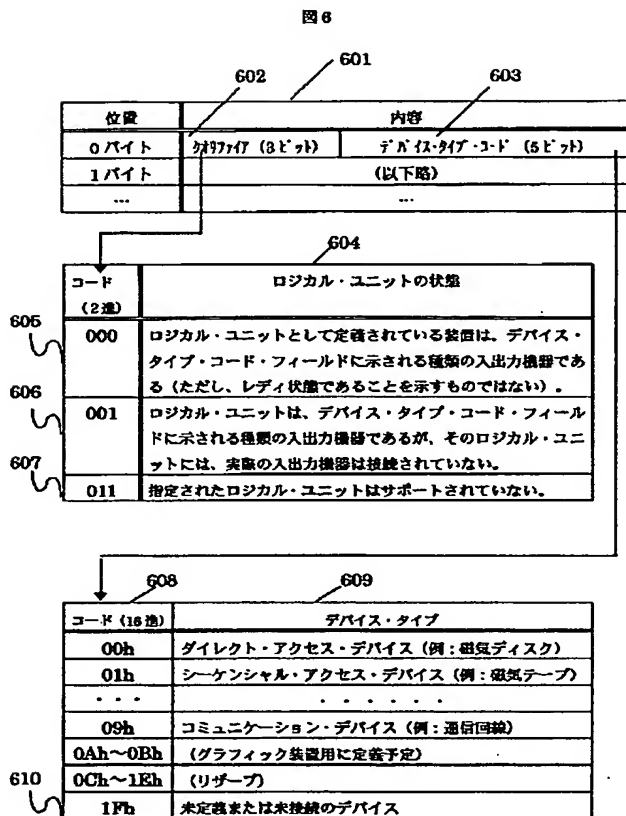


【図10】

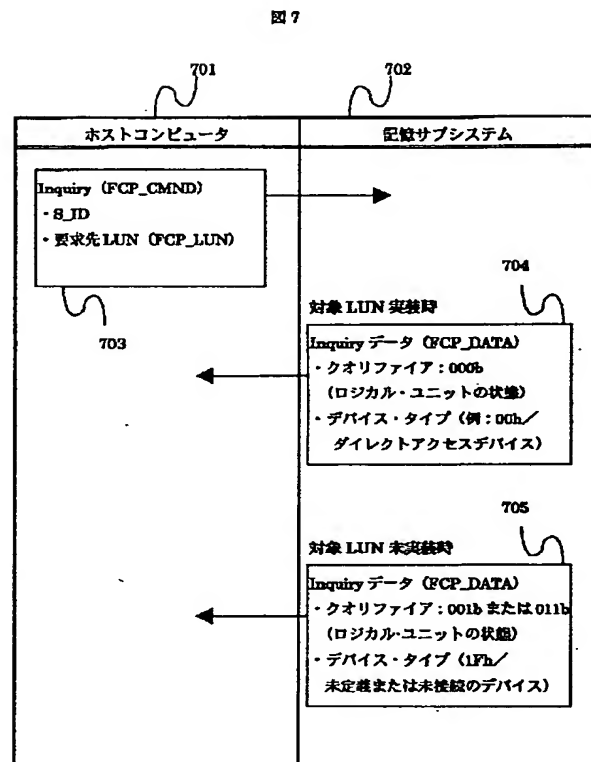
図10



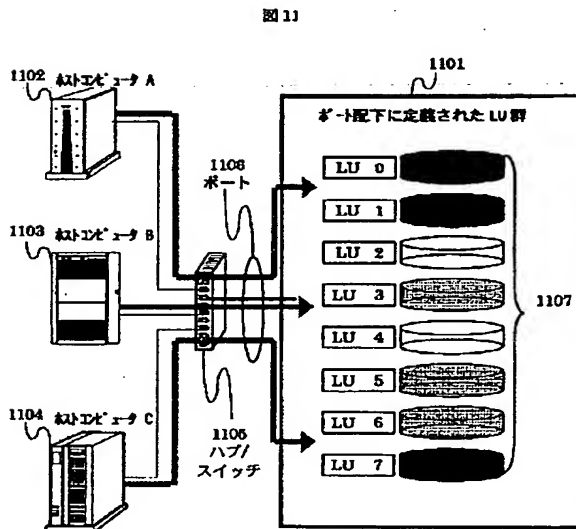
【図6】



【図7】



【図11】



【図12】

図12

	WWN	LUN
1202	01234567 89ABCDAA	0 1 2 3 4 5
1203	01234567 89ABCDAA0	6 7 8 9 10
1204	01234567 89ABCDAA1	11 12 13 14 15

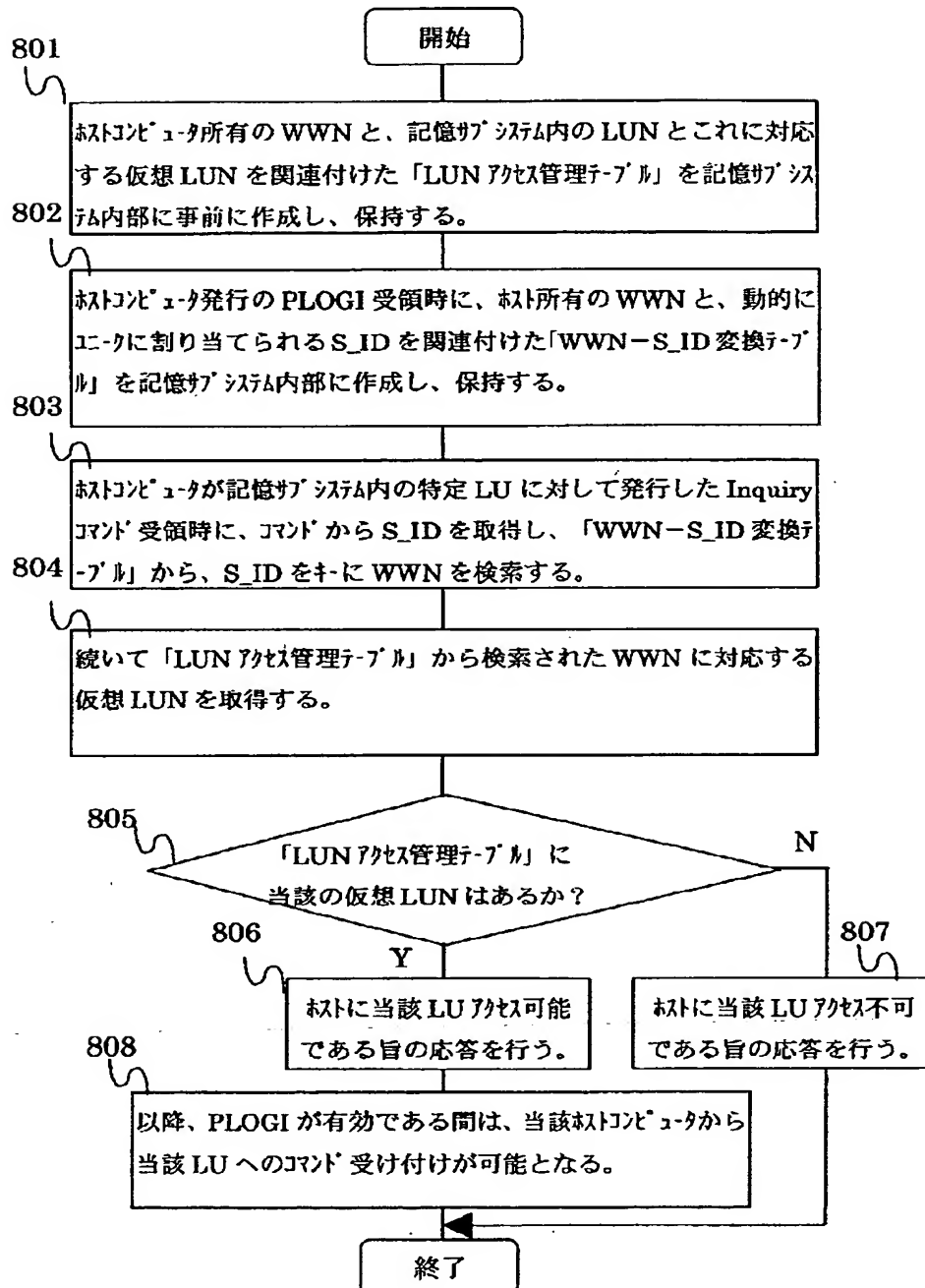
【図15】

図15

	WWN	仮想LUN	LUN
1505	01234567 89ABCDCC	0 1 2 3 4	0 1 6 8 15
1506	01234567 89ABCDCC0	0 1 2	2 7 10
1507	01234567 89ABCDCC1	0 1 2 3	3 4 5 14
...	...	...	...

【図8】

図8

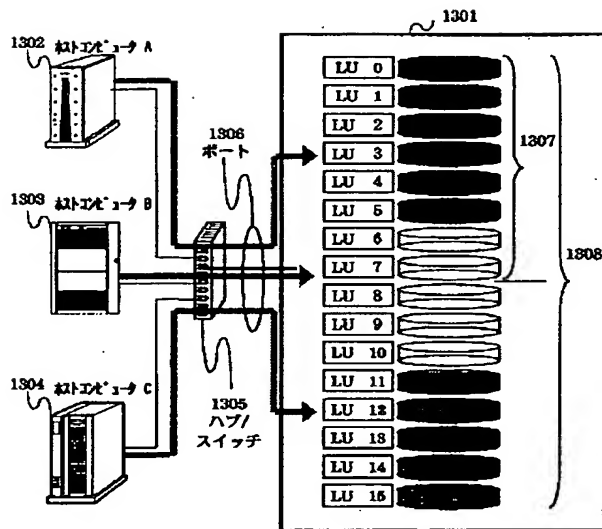


(19)

特開2001-265655

【図13】

図18



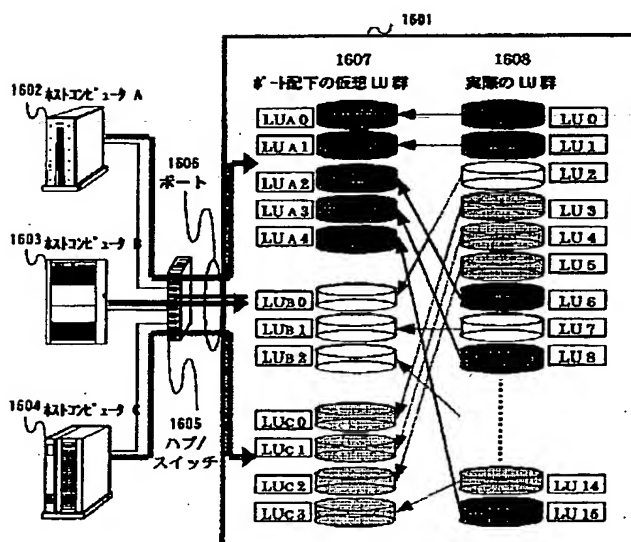
【図14】

図14

	WWN	仮想LUN	LUN
1402	01234567 89ABCDEF	0 1 2 3	0 1 2 3
1403	01234567 89ABCDEE	0 1	4 5
1404	01234567 89ABCDEED	0 1	6 7
1405	01234567 89ABCDEEC	0 8 16 24	9 10 11 12
...	...	...	...
1406	01234567 89ABCDCC	16	20
...	...	...	...
1407	01234567 89ABCDDB	0 1 3 5 7	30 31 32 33 34
1408	01234567 89ABCDAA	0 2 4 6	35 36 37 38
...	...	...	...
1409	01234567 89ABCD10	4	39
...	...	...	...
1410	01234567 89ABCD2E	0 1 2 3 4 5	10 11 12 13 14 15
1411	01234567 89ABCD2F	0 1 2 3 4 5	10 11 12 13 14 15
...	...	...	...
1412	01234567 89ABCD31	0 1 2 3 4 5 6 7	8 9 10 11 12 13 14 15
1413	01234567 89ABCD32	8 9 10 11 12 13 14 15	8 9 10 11 12 13 14 15
...	...	...	...
1414	01234567 89ABCD4E	0 1 2 3	4 8 12 16

【図16】

図16



【図19】

図19

S ID	WWN
FFFF01	01234567 89ABCDEF
FFFF02	01234567 89ABCDEE
FFFF03	01234567 89ABCDEED
...	...

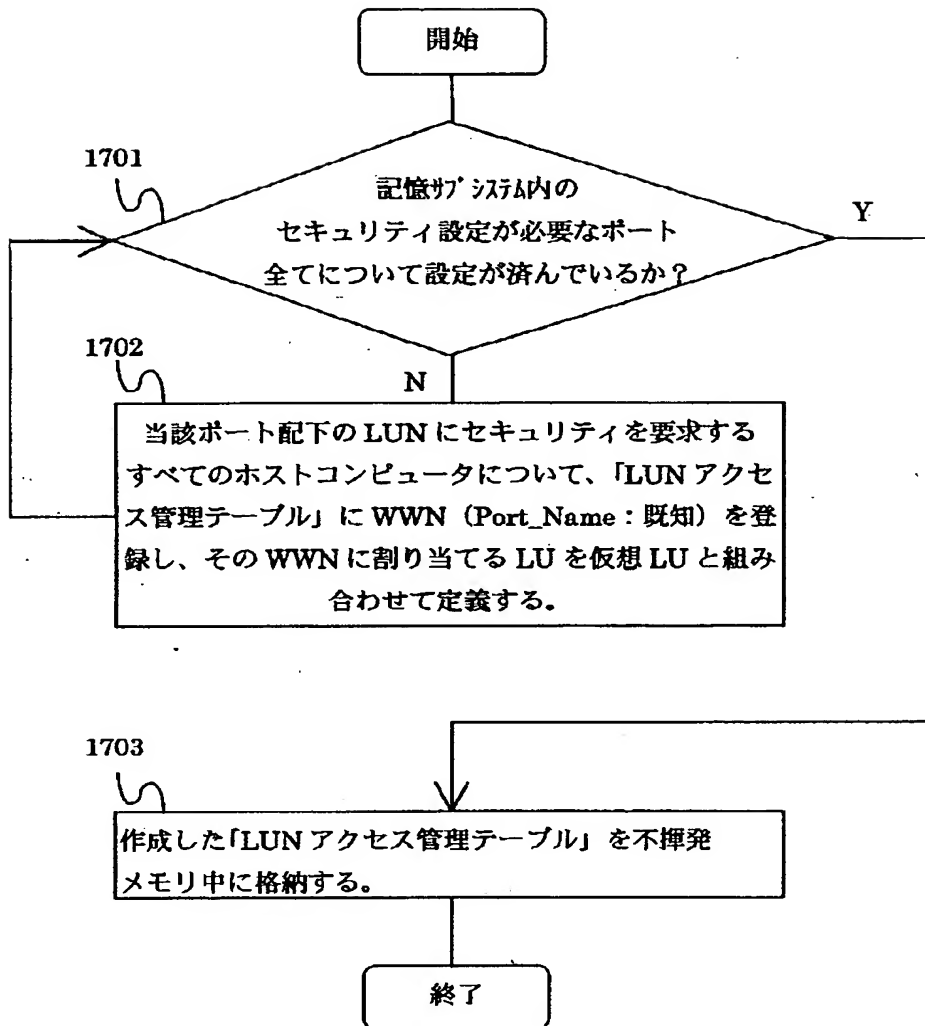
【図23】

図23

0101 (4 bit)	Company_ID (24bit)	VSID:Vendor Specific Identifier (36 bit)
63	60	36
		0

【図 17】

図 17



【図 24】

図 24

Company_ID (hex)	仮想 LUN	LUN
0000E1	0 1 2 3	0 1 2 3
0000E2	0 1	4 5
0000F0	0 1	6 7
000A10	0 8 16 24	9 10 11 12
...	...	...
000011	16	20

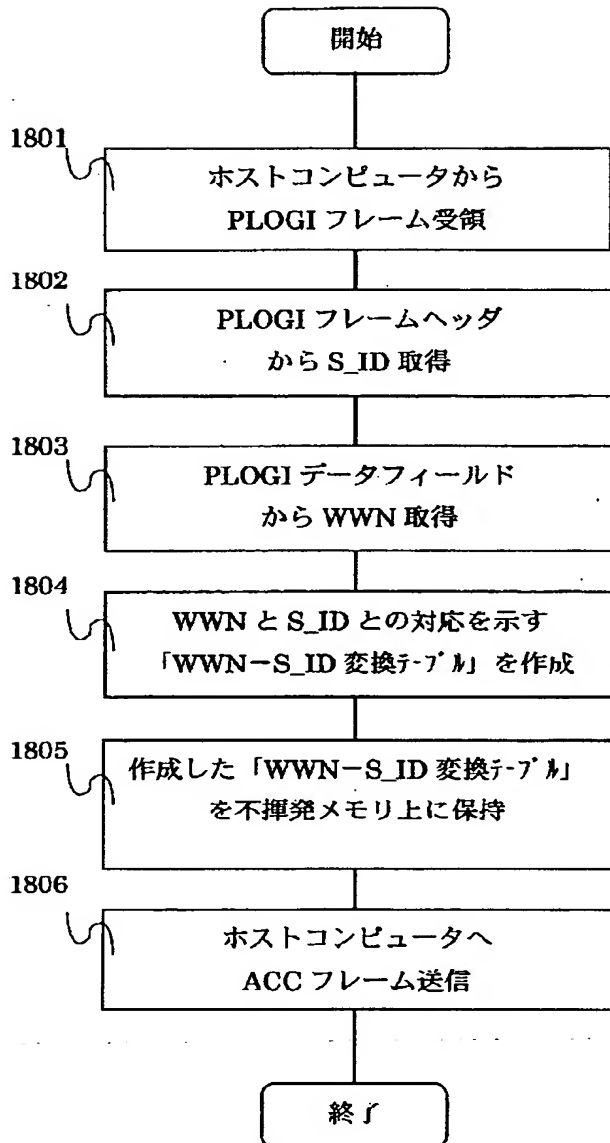
【図 27】

図 27

Company_ID (hex)	仮想 LUN	LUN
2705 0000E1	0 1 2 3 4	0 1 6 8 15
2706 0000E2	0 1 2	2 7 10
2707 0000F0	0 1 2 3	3 4 5 14
...	...	...

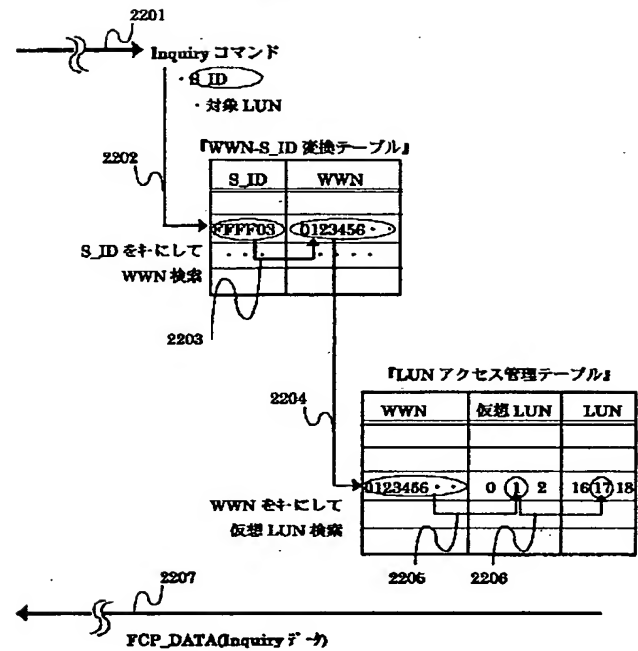
【図18】

図 18



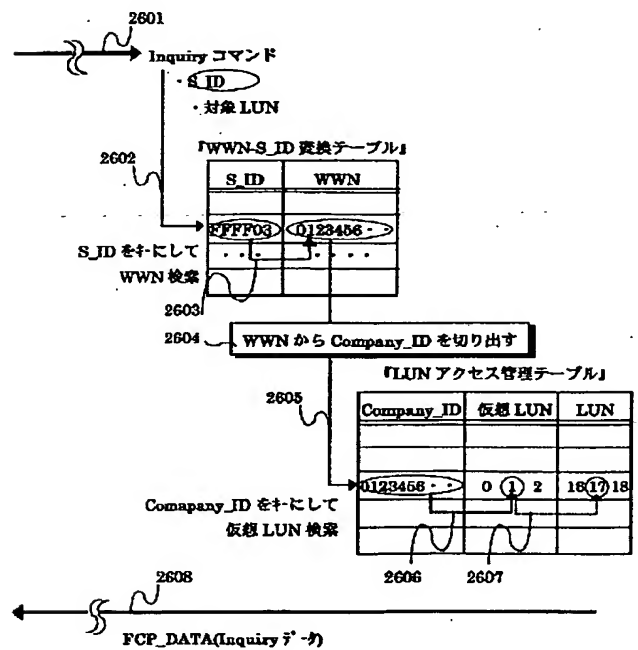
【図22】

図 22



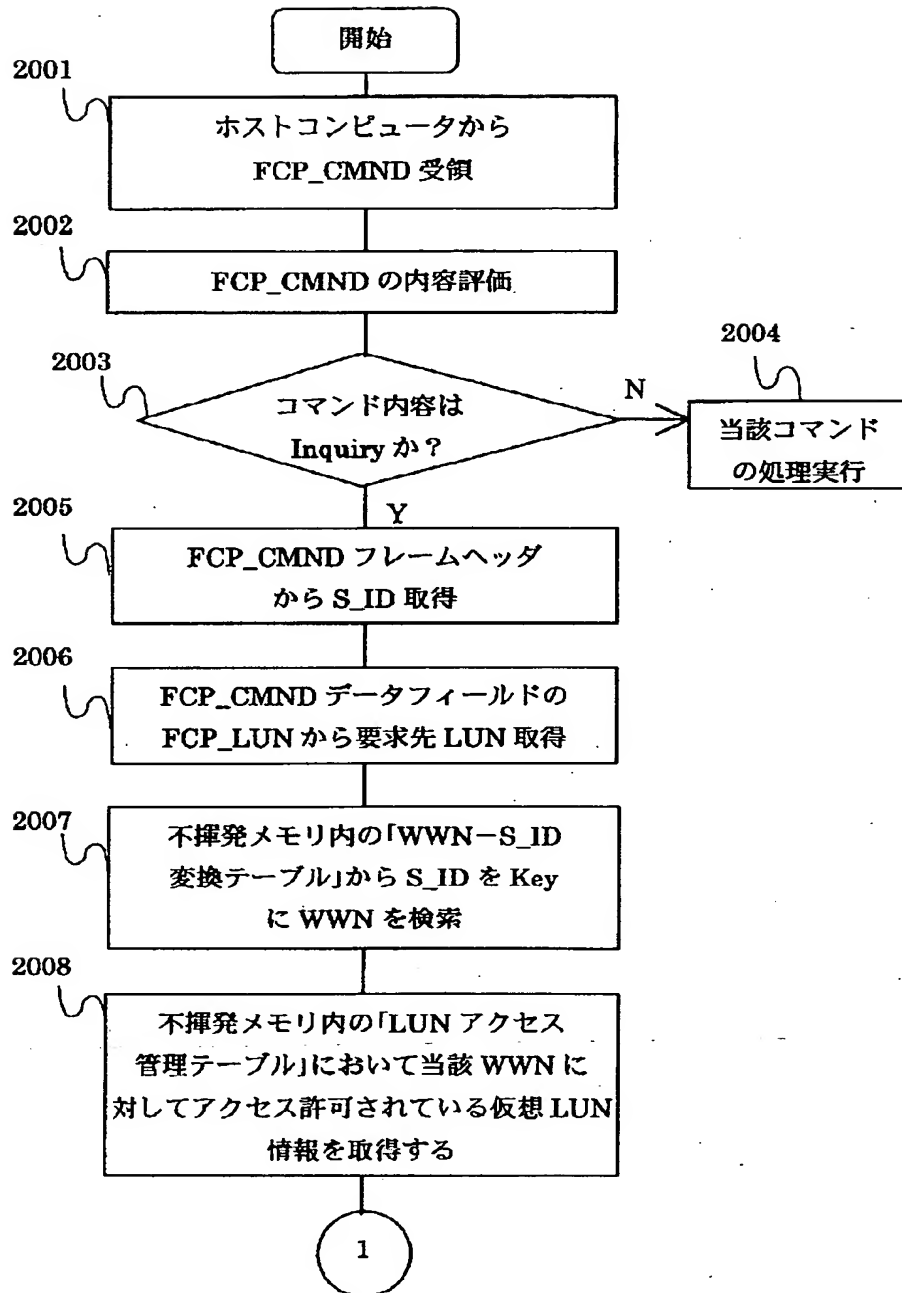
【図26】

図 26



【図20】

図 20

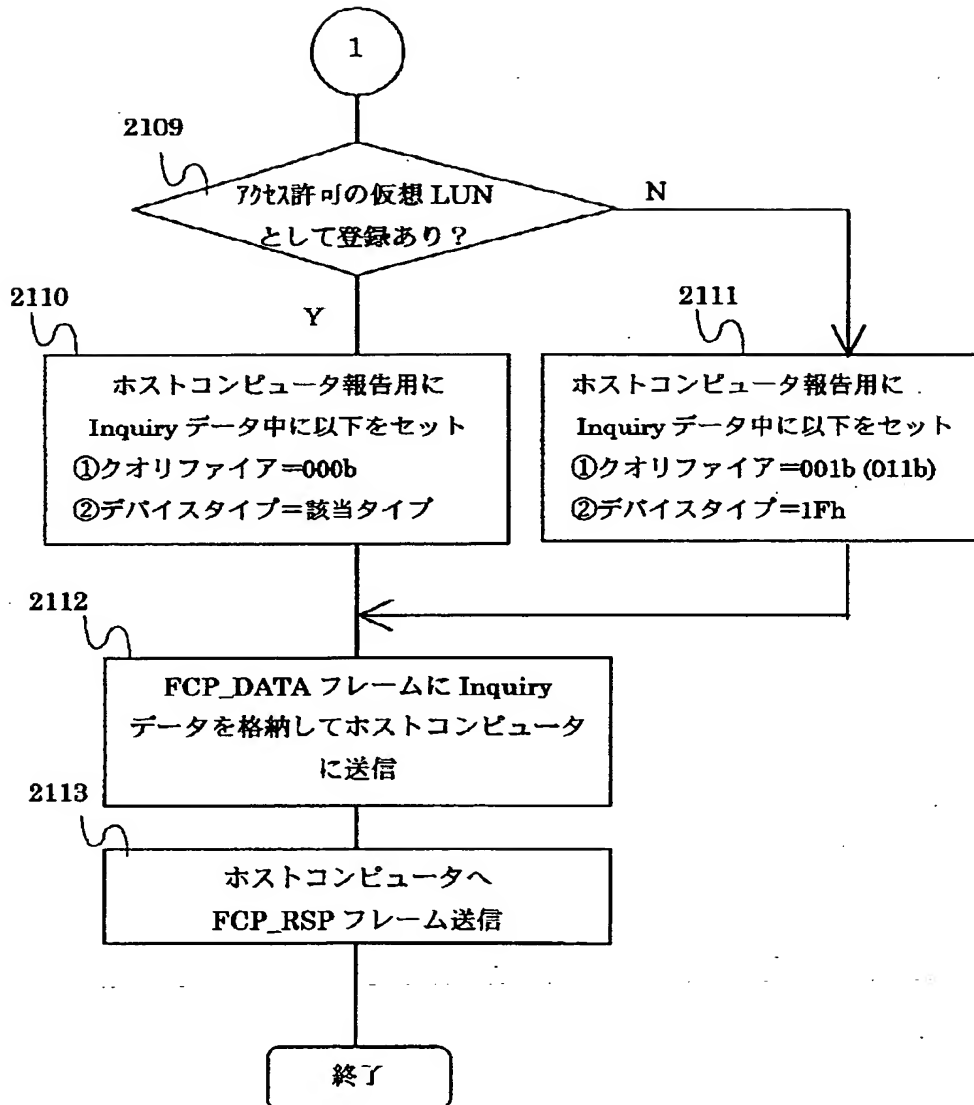




【図21】

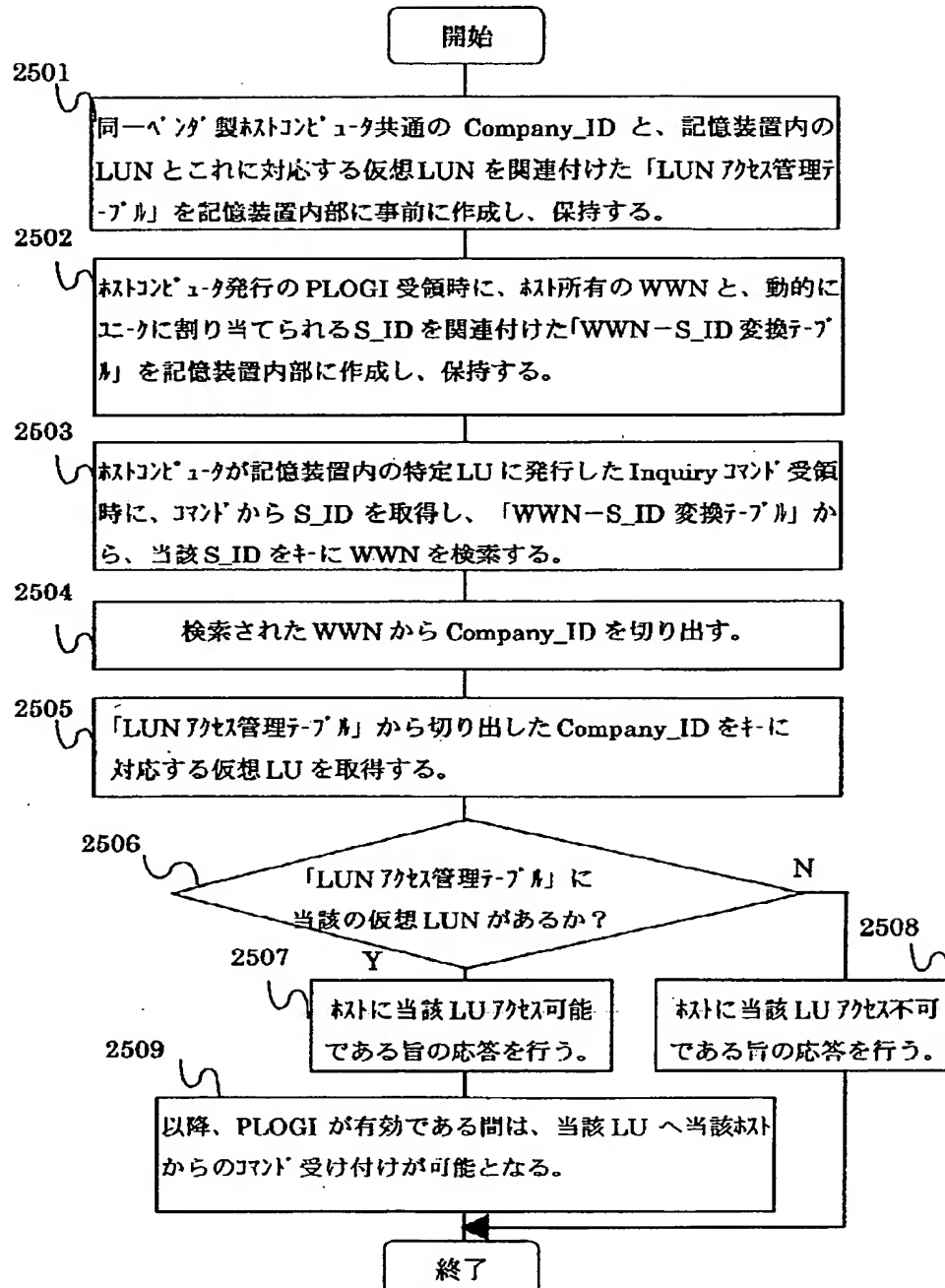
図 21

図 20 のつづき



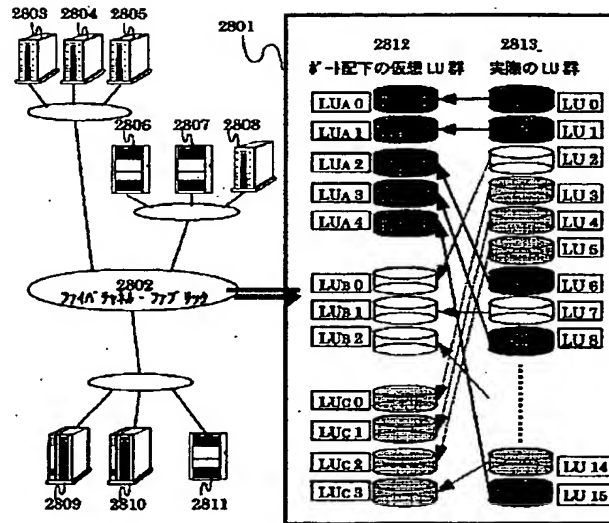
【図25】

図 25



【図28】

図28



BEST AVAILABLE COPY